



VIA EXPRESSA **LINHA VIVA**

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA VIÁRIA



Relatório Final
RF - 01

CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO FUNCIONAL

Agosto/2012

VIA EXPRESSA **LINHA VIVA**

PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA VIÁRIA

Relatório Final

RF - **01**

CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO FUNCIONAL

Agosto/2012

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	1
1. O PROJETO “LINHA VIVA”	2
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
1.2. CONCEPÇÃO FUNCIONAL DA VIA.....	2
1.3. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO.....	3
1.4. SUBDIVISÃO EM TRECHOS DE PROJETO.....	3
1.5. SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA.....	4
1.6. ESQUEMA DA NOVA CIRCULAÇÃO DO TRÁFEGO	5
1.7. PROJETO FUNCIONAL	22
2. TIPOLOGIAS DAS OAES – OBRAS DE ARTE ESPECIAIS	39
2.1. CONCEPÇÃO DOS “VIADUTOS”.....	39
2.2. CONCEPÇÃO DAS “PASSAGENS INFERIORES”	48
ANEXO: ESQUEMA GERAL DE CIRCULAÇÃO DE TRÁFEGO E DVD (para reprodução do relatório).....	57

APRESENTAÇÃO

A **TTC Engenharia de Tráfego e de Transportes Ltda.** celebrou em 31/outubro/2011 com a **SUCOP** - Superintendência de Conservação e Obras Públicas, vinculada à SETIN - Secretaria Municipal dos Transportes e Infraestrutura, da Prefeitura Municipal do Salvador (PMS), o contrato ASJUR nº 027/2011, com o objetivo de desenvolver um **Projeto Básico de Engenharia Viária** e a realizar os **Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA)** relacionados a uma nova ligação viária denominada "LINHA VIVA", interligando a região do Acesso Norte (BR-324) e a Estrada CIA/Aeroporto (BA-526).

Os trabalhos efetuados no âmbito do contrato supra referido estão consolidados em dois conjuntos de **RELATÓRIOS FINAIS**:

✓ **Projeto Básico de Engenharia Viária:**

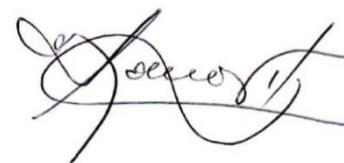
- | | |
|---|--|
| • RF-01 - CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO FUNCIONAL | • RF-07 - PROJETO DAS OAES - OBRAS DE ARTE ESPECIAIS (5 Tomos) |
| • RF-02 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO | • RF-08 - SINALIZAÇÃO E DESVIOS DE TRÁFEGO |
| • RF-03 - ESTUDOS GEOLÓGICO E GEOTÉCNICO | • RF-09 - EDIFICAÇÕES DOS PEDÁGIOS |
| • RF-04 - PROJETO GEOMÉTRICO E DE TERRAPLENAGEM (2 Tomos) | • RF-10 - CADASTRO DE INTERFERÊNCIAS |
| • RF-05 - PROJETO DE DRENAGEM (2 Tomos) | • RF-11 - POLIGONAL DE UTILIDADE PÚBLICA |
| • RF-06 - PROJETO DE PAVIMENTAÇÃO (2 Tomos) | • RF-12 - ORÇAMENTO BÁSICO |

✓ **Estudos de Impacto Ambiental – EIA:**

- TOMOS I a III: EIA - Estudos de Impacto Ambiental.
- TOMO IV: RIMA - Relatório de Impacto Ambiental.

Este **RF-01: CONSOLIDAÇÃO DO PROJETO FUNCIONAL** – compila os resultados dos estudos realizados ao longo da execução do projeto, pertinentes às macro atividades **Consolidação dos Estudos Exploratórios e Definição das Tipologias das OAES**, conforme previsto no supra referido contrato.

Salvador, Agosto de 2012.



TTC Engenharia de Tráfego e de Transportes Ltda.
Engº. Francisco Moreno Neto
Coordenador Geral

1. O PROJETO “LINHA VIVA”

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A “LINHA VIVA” conforme externado no edital deste Projeto Básico foi concebida como um dos projetos urbanísticos que compuseram o Plano “Salvador, Capital Mundial”, apresentado pela PMS em janeiro/2010. As diretrizes da nova via foram definidas **nos Estudos Exploratórios** feitos na ocasião e que serviram de referência para a elaboração deste **Projeto Básico** da Via Expressa **LINHA VIVA**.

Esse Estudo Exploratório da LINHA VIVA fez parte do **conjunto de soluções viárias** propostos para implementar um novo padrão de mobilidade para Salvador, conformando o PROVIA – Programa de Obras Viárias - no qual, **além da LINHA VIVA**, pontifica-se:

- a implantação da Av. Atlântica (de apoio ao sul, para a Av. Paralela);
- a implantação da 3ª via transversal do “miolo”, ou a chamada Av. 29 de Março;
- a duplicação das avenidas Orlando Gomes, Gal Costa, Pinto de Aguiar, Edgar Santos e Jorge Amado e a Estr. CIA/Aeroporto (pelo GEB – Concessionária);
- 21 Pontos Críticos de tráfego (PCs), dispersos por toda a cidade.

1.2. CONCEPÇÃO FUNCIONAL DA VIA

A via expressa LINHA VIVA trata-se de uma opção de apoio à Av. Luis Viana Filho (Av. Paralela), localizada ao NORTE da mesma, criando uma ligação direta do Centro Tradicional e Histórico de Salvador à Estr. CIA/Aeroporto (BA-526) e ao projeto de uma futura conexão do Contorno Norte de Lauro de Freitas, um novo trecho inicial da Estrada do Coco (BA-099). Essa nova via fará, também, conexão com a Av. Mario Leal Ferreira (Vale do Bonocô), permitindo uma alternativa de trânsito, sem necessidade de utilizar a região do saturado Centro do Iguatemi.

Além das DUAS ligações viárias nos seus extremos – Acesso Norte (BR-324) e Estr. CIA/Aeroporto (BA-526) - e com o objetivo de possibilitar uma máxima ARTICULAÇÃO VIÁRIA com os bairros lindeiros, sem prejudicar as características de uma VIA com fluxo de tráfego EXPRESSO foram selecionadas outras oito interconexões com as principais vias transversais e/ou com condições de completar movimentos que se tornaram impeditivos (em geral, topograficamente) junto às mesmas.

A Figura 1.1 apresenta a localização do traçado da LINHA VIVA no Município de Salvador e sua articulação com as vias existentes e previstas.

Figura 1.1 – LINHA VIVA: Mapa de Localização & Articulações Viárias



Assim, a proposta de implantação da LINHA VIVA tem como objetivos precípuos criar uma **ligação direta** do Centro Tradicional e Histórico de Salvador até a Estr. CIA/Aeroporto (BA-526) e ao novo trecho inicial da Estr. do Coco (BA-099). Essa nova ligação contribuirá, também, com melhorias da circulação do tráfego da região, garantindo a **articulação e conexão** dos diversos bairros da cidade, promovendo ligações intra-urbanas de média distância, conectando as principais vias locais e coletoras com a nova via expressa e desta com a Av. Paralela.

O objetivo principal do projeto de implantação da LINHA VIVA é implantar um equipamento de circulação com foco na mobilidade urbana, contemplando aspectos de acessibilidade e sustentabilidade, visando: a melhoria da qualidade de vida para esta e futuras gerações; aproveitar o potencial de transporte da região; aplicar critérios de conservação da paisagem e seu entorno natural; compensar ambientalmente áreas degradadas, contribuindo dessa forma para o desenvolvimento sustentável dos espaços urbanos; além de criar uma cultura ambientalista, que induza os cidadãos usuários a uma consciência de responsabilidade e comprometimento com o meio ambiente.

O projeto da nova via contempla um conjunto de interligações, possuindo 10 conexões com o sistema viário existente, todas em desnível com as principais vias transversais que a cruzam, tendo seus acessos controlados e efetivados por alças e rampas viárias de conexão. Nas demais vias que a intercepta transversalmente, estão previstos uma série de 17 viadutos de transposição (“secos”), que tem como função precípua garantir a possibilidade de manter a atual continuidade viária de seus bairros lindeiros.

Dessa forma atende, também, os bairros lindeiros de Pernambués, Cabula, Retiro, Saboeiro, Narandiba, Imbuí, CAB, Sussuarana, S. Rafael/S. Marcos, Pq. Metropolitano do Pituaçu, “Miolo” de Salvador, Centro Tecnológico da Bahia, Alphaville II, Bairro da Paz, Mussurunga e S. Cristóvão.

Prevê-se, para percorrer essa via (com uma extensão prevista de aproximadamente 17,7 km), um tempo total de deslocamento menor que 15 min, beneficiando uma população de 780 mil moradores, residentes na sua área de influência direta.

1.3. IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Considerando a hierarquia do sistema viário do Município de Salvador, a LINHA VIVA será classificada como uma Via Expressa, de trânsito rápido. O número de acessos à mesma deverá ser limitado, mas garantindo sempre uma boa conectividade com o sistema viário estruturador da cidade e, em especial, criando uma ligação alternativa entre as regiões Sul e Sudeste com a região Norte do município.

Como principal premissa adotada nas **diretrizes dos estudos** aqui realizados, destaca-se a máxima utilização da “faixa de servidão” das torres de transmissão de energia da CHESF/COELBA e obtendo, assim, a MINIMIZAÇÃO da desapropriação de imóveis, em especial aqueles já edificados.

Os estudos de traçado da LINHA VIVA seguiram as condicionantes implícitas do aproveitamento do uso do espaço da “faixa de servidão” das linhas de transmissão da CHESF, condição que gerou uma faixa onde não há ocupações urbanas regulares, usos econômicos expressivos e na qual a vegetação nativa já foi em grande parte suprimida.

Por outro lado, as ocupações residenciais e comerciais, mesmo que irregulares dentro da “faixa de servidão” da CHESF, foram levadas em consideração na elaboração do traçado otimizado, de modo a se minimizar o impacto da implantação da via sobre essas ocupações, ainda que irregulares como dito acima.

A “faixa de servidão” tornou-se o traçado preferencial, seja por seguir uma direção que atende a demanda específica, seja por implicar em menos impactos, ou ainda por apresentar um caminhamento que tende a uma reta. Como todo projeto linear, em sua operação, o mesmo tende a seccionar o tecido urbano que atravessa. A coexistência do sistema viário com a “faixa de servidão” da CHESF permite que na região este seccionamento seja único, minimizando impactos.

No entanto, o uso da “faixa de servidão” não isenta o traçado da via quanto à ocorrência de interferências, sendo as próprias torres que sustentam as linhas, a principal delas.

A proposta dessa nova Via Expressa é ser pedagiada em cada uma de suas alças de saída, exceto nas extremidades da via, onde é previsto um bloqueio com praça de pedágio em cada uma das pistas principais, antes da conexão com o sistema viário existente/planejado. No caso da pista NORTE, antes da Intersecção com as avenidas Mario Leal Ferreira (ex-Bonocô) e Antônio Carlos Magalhães/ BR-324. Já na pista SUL, antes da Intersecção com a Rodovia BA-526 (CIA/Aeroporto).

No total são previstas 20 praças de pedágio, com a proposta de se combinar sistemas de cobrança manual e automática, de modo a se otimizar sua operação.

1.4. SUBDIVISÃO EM TRECHOS DE PROJETO

A diretriz de traçado da LINHA VIVA foi subdividida em trechos para o desenvolvimento do Projeto Básico, conforme segue abaixo:

TA - TRECHO A:

- INÍCIO: Articulação entre a Av. Antônio Carlos Magalhães e Av. Mário Leal Ferreira (ex Av. Bonocô) e BR-324 (no Acesso Norte);
- TÉRMINO: Cruzamento da via proposta, com a R. Silveira Martins e com a Av. Edgar Santos (Trincheira sob rotatória existente);

TB - TRECHO B:

- INÍCIO: Cruzamento da via proposta, com a R. Silveira Martins e com a Av. Edgar Santos (Trincheira sob rotatória);
- TÉRMINO: Passagem Inferior da nova via sob a Av. São Rafael.

TC - TRECHO C:

- INÍCIO: Passagem Inferior da nova via sob a Av. São Rafael;
- TÉRMINO: Cruzamento da via proposta com a Al. das Nações (viaduto seco), na região do Trobogy.

TD - TRECHO D:

- INÍCIO: Cruzamento da via proposta com a Al. das Nações (viaduto seco), na região do Trobogy;
- TÉRMINO: Cruzamento da via proposta com a Av. Sr. do Bonfim, na região do Cassange.

TE - TRECHO E:

- INÍCIO: Cruzamento da via proposta com a Av. Sr. do Bonfim, na região do Cassange;
- TÉRMINO: Compatibilização com o projeto do novo início da BA-099 (Estr. do Coco) ou “Via Expressa de Contorno Norte de Lauro de Freitas”, em sua articulação com a BA-526 (Estr. CIA/Aeroporto).

Além dessa subdivisão, procurou-se enumerar também as interconexões do projeto com as demais vias transversais (de caráter estruturador), bem como as novas vias de ligação propostas. A Figura 1.2 apresentada a seguir, ilustra o mapeamento destes elementos.

OBS.: O traçado da Via Expressa procurou se desenvolver “ao máximo” dentro da “faixa de servidão” da CHESF; entretanto, em três tramos tal fato foi reconsiderado: (i) na região de PERNAMBUÉS, para minimizar a remoção de famílias; (ii) na região do CAB, para preservar uma área de estacionamento; e (iii) na região final (no CASSANGE) pra permitir sua conexão com a planejada articulação entre a CIA/Aeroporto e o novo CONTORNO NORTE de Lauro de Freitas.

Figura 1.2 – Subdivisão em Trechos de Projeto da LINHA VIVA



1.5. SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA

Conforme especificado nos Termos de Referência deste Projeto Básico, a via expressa da LINHA VIVA foi planejada com duas pistas de rolamento, cada uma contendo três faixas de tráfego e acostamento lateral (Figura 1.3). Esta seção ocorre tanto nos trechos em terra plana, como nos viadutos longitudinais, nos túneis e na trincheira.

Figura 1.3 – Seção Transversal Típica da LINHA VIVA



1.6. ESQUEMA DA NOVA CIRCULAÇÃO DO TRÁFEGO

Com a implantação da nova via expressa LINHA VIVA, todo o seu entorno deverá sofrer uma profunda modificação no atual esquema de circulação de tráfego, seja na utilização da via para atender o trânsito de passagem, seja na forma de garantir o acesso dos bairros lindeiros à mesma, ou ainda, na manutenção das interligações internas a esses bairros.

A partir da formulação inicial, feita nos ESTUDOS EXPLORATÓRIOS dessa LINHA VIVA, e em decorrência das orientações fornecidas pelos levantamentos topográficos específicos deste projeto, foi necessário realizar algumas **adaptações localizadas** no esquema de circulação originalmente previsto.

Esse novo padrão de circulação está ilustrado na série de 16 pranchas a seguir apresentadas (Figura 1.5 a Figura 1.20) com um “digrama unifilar” do trânsito futuro, no qual constam individualizados:

- (i) a circulação atual (em preto);
- (ii) a circulação nas pistas principais da LINHA VIVA (em vermelho);

- (iii) os movimentos previstos nas interconexões, para acessar as vias transversais existentes (em azul);
- (iv) as ligações transversais mantidas (em verde); e
- (v) a circulação planejada em **outros projetos viários** (em branco).

Além das pranchas (em escala aprox. 1:5000) componentes das figuras mencionadas, cujo esquema de articulação de folhas está a seguir ilustrado (Figura 1.4) apresenta-se em Anexo no final deste Relatório uma Prancha (em A-0 alongado – na escala 1:7.500) contendo todo o “esquema unifilar” da circulação proposta, sobre Mapa Referencial obtido do “Google Maps”.

Além da circulação do tráfego, nessas mesmas figuras, encontram-se destacados os viadutos (longitudinais e transversais), as passagens inferiores (túneis e trincheiras), a locação das praças de pedágio e algumas referências locais ao longo das regiões atravessadas pela LINHA VIVA, como os nomes dos bairros lindeiros, alguns edifícios referenciais e vias existentes.

Figura 1.4 – Articulação das Pranchas, para o Esquema de Circulação de Tráfego (diagrama unifilar)

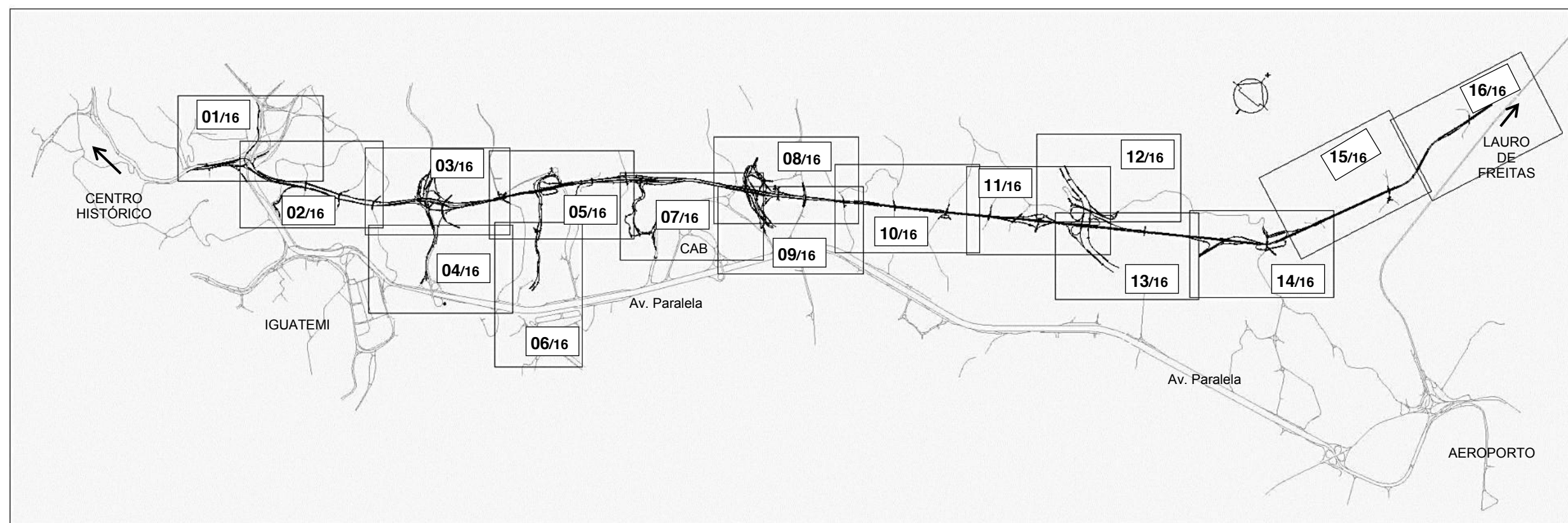


Figura 1.5 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 01/16

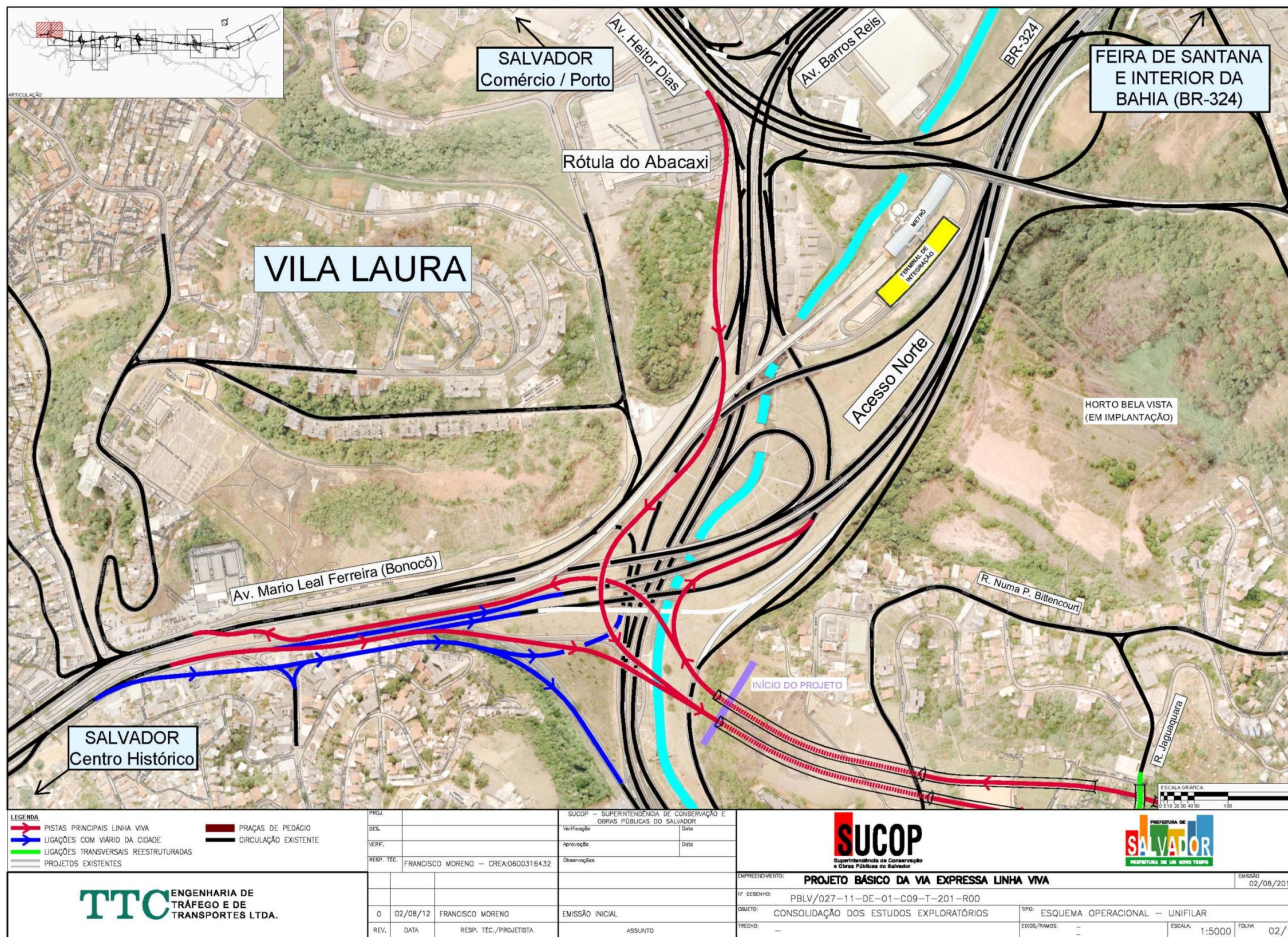


Figura 1.6 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 02/16

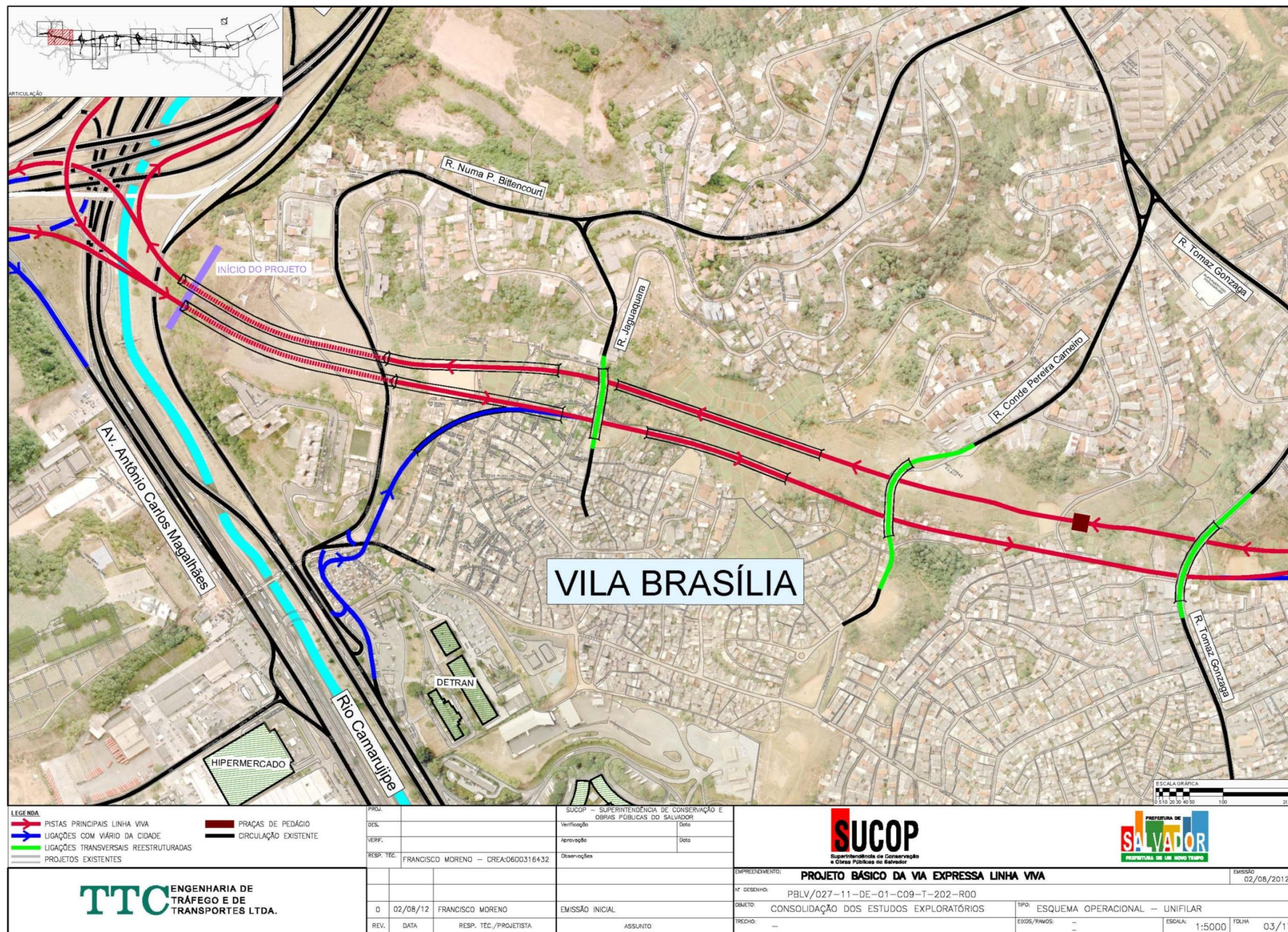


Figura 1.7 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 03/16

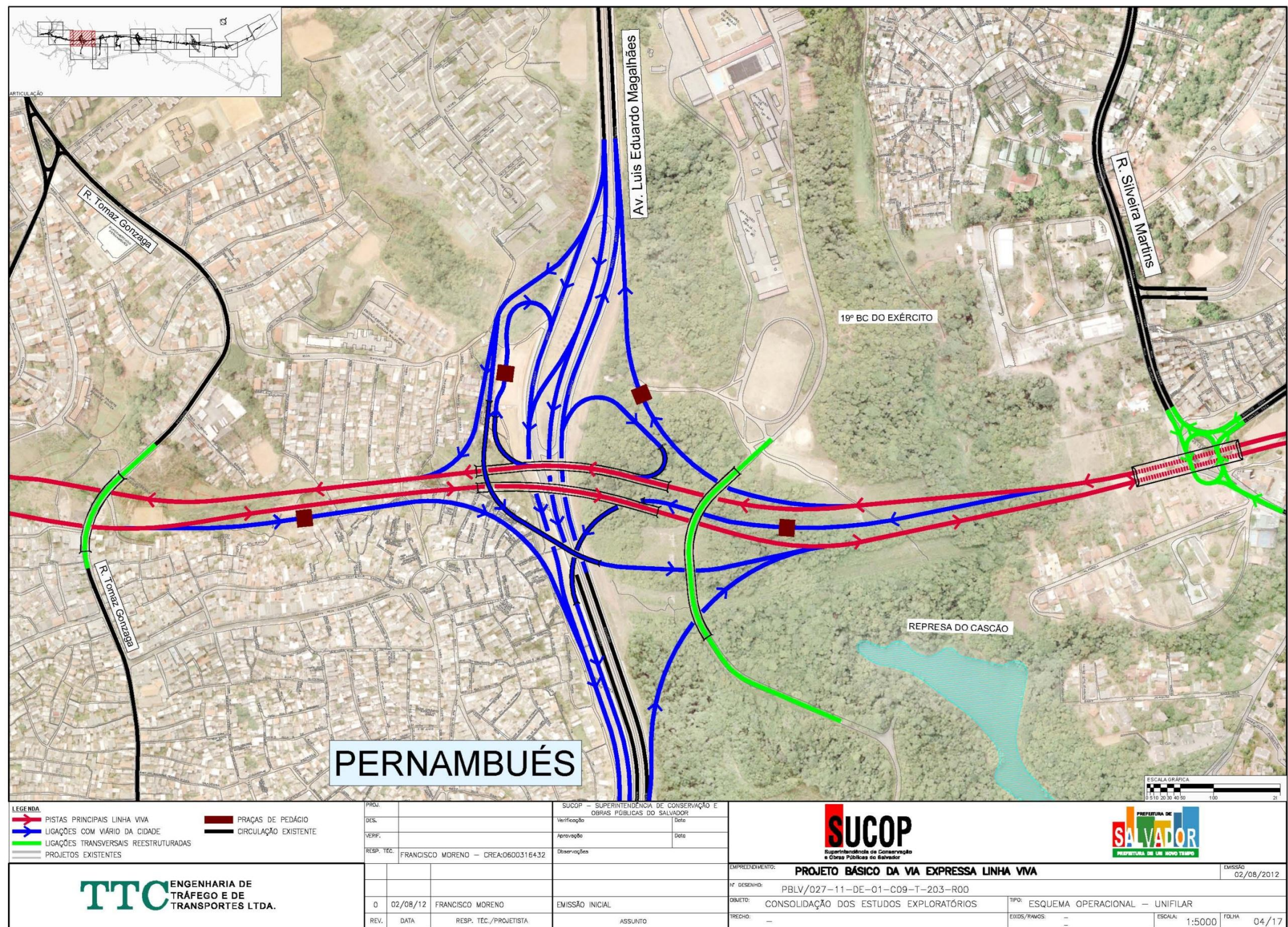


Figura 1.8 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 04/16

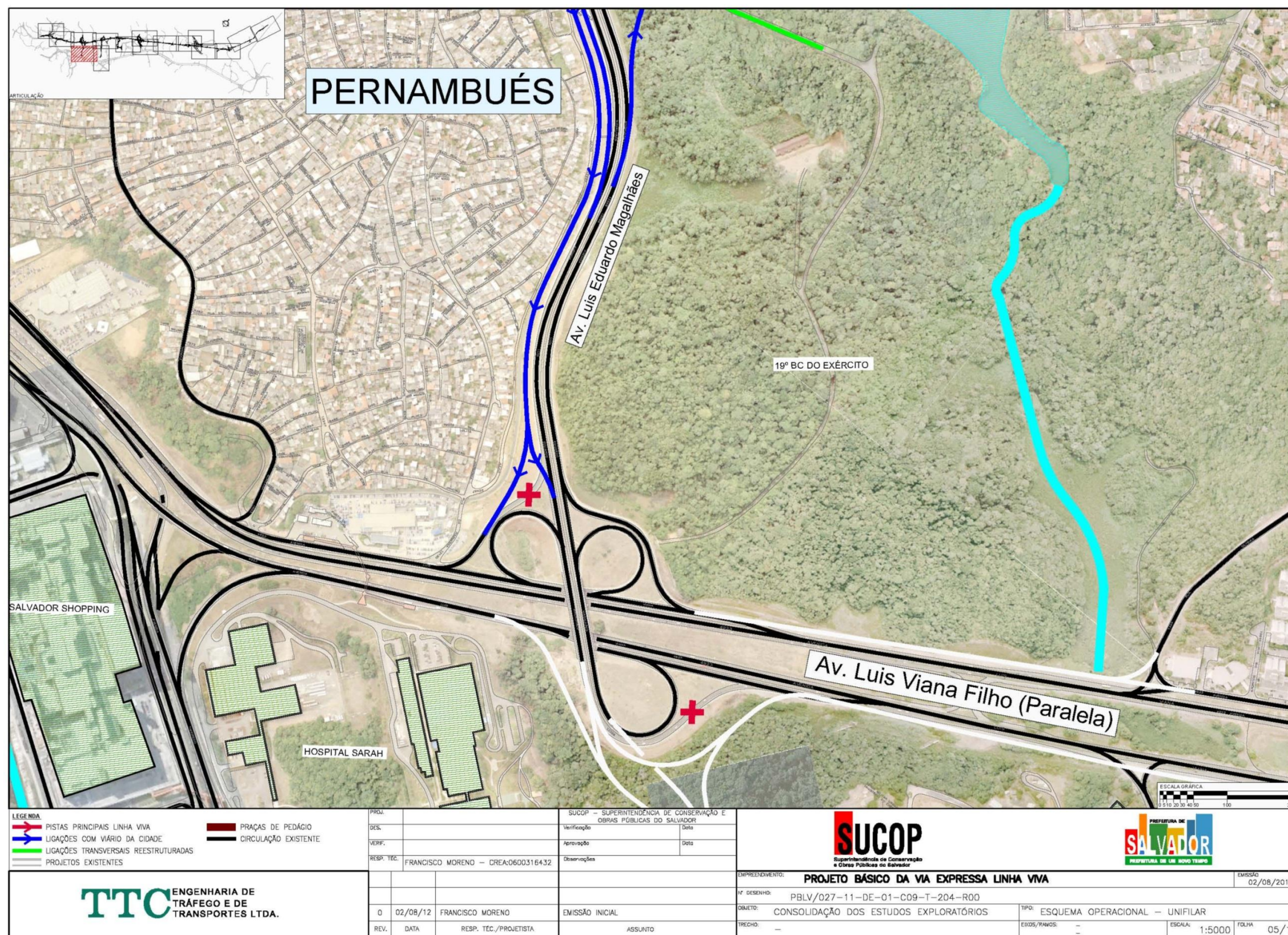


Figura 1.9 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 05/16

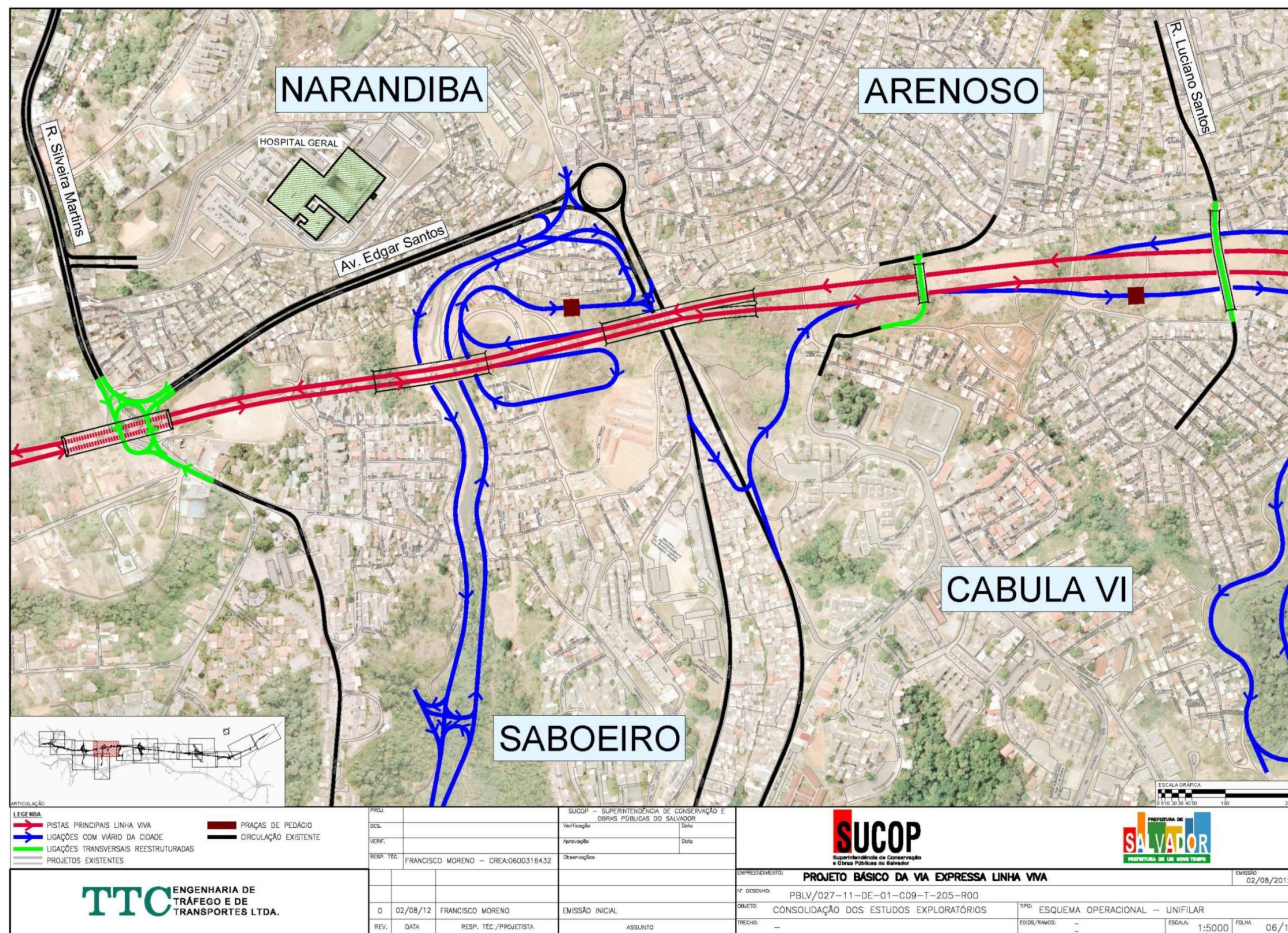


Figura 1.10 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 06/16

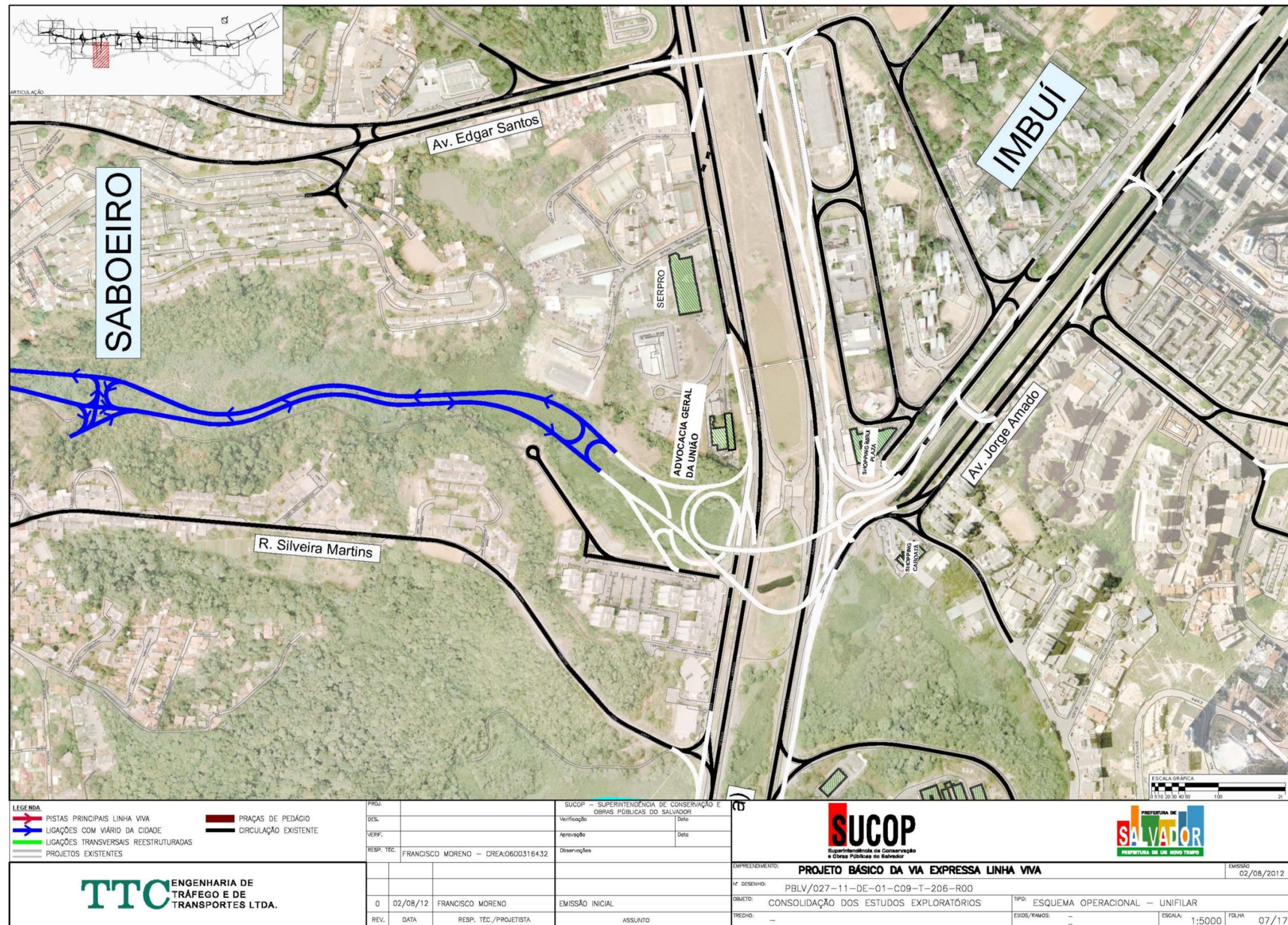


Figura 1.11 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 07/16

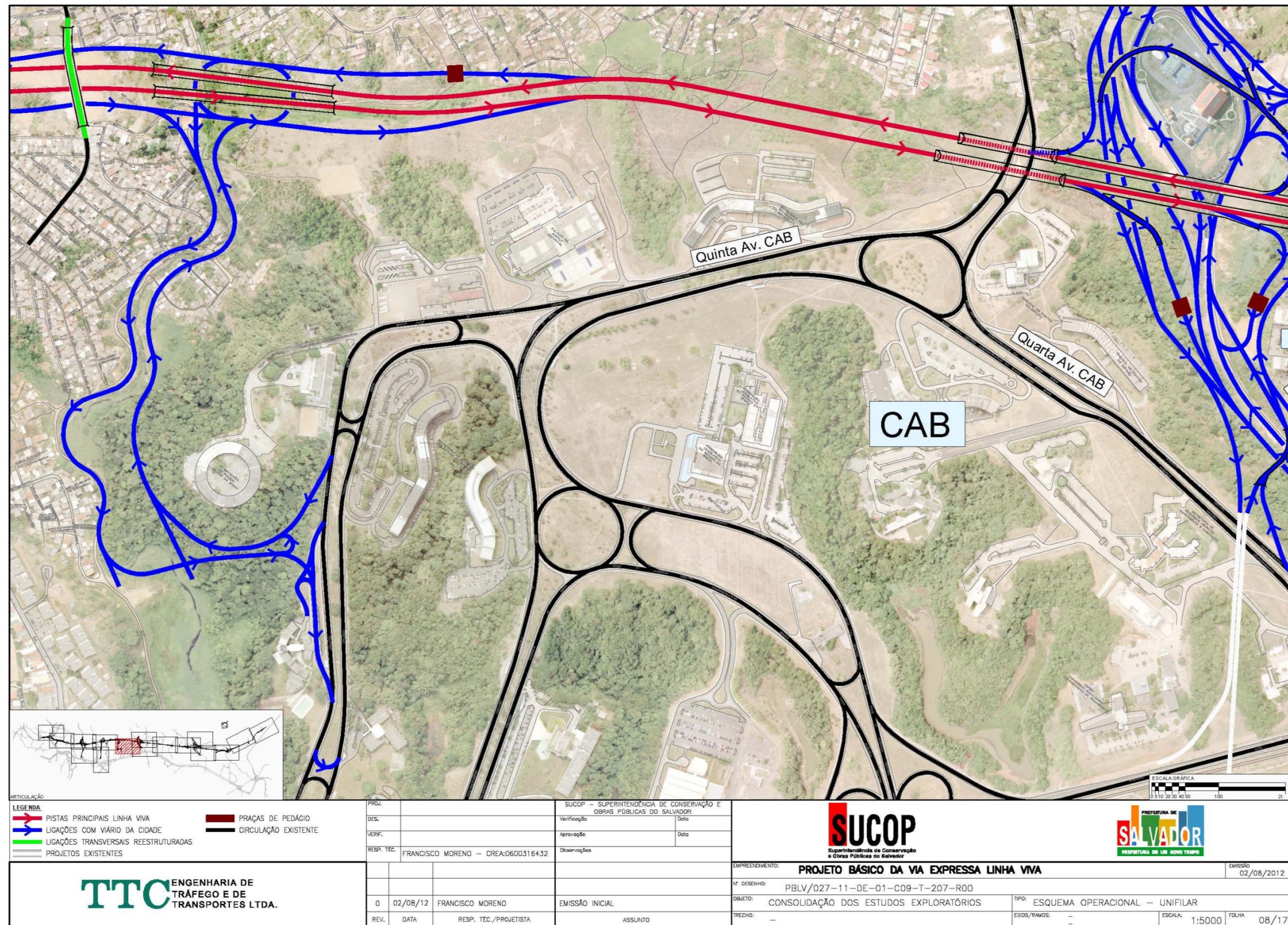


Figura 1.12 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 08/16

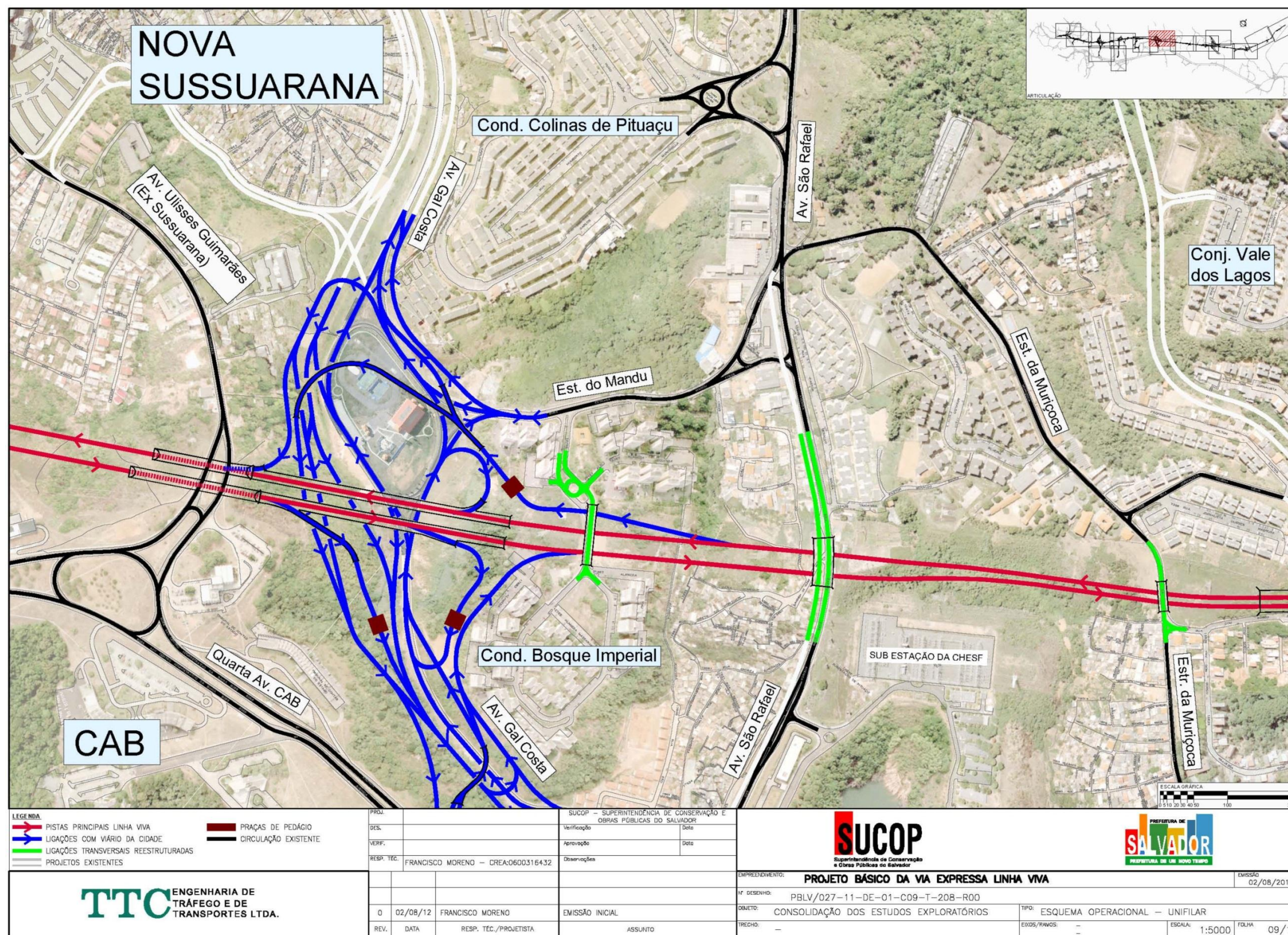


Figura 1.13 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 09/16

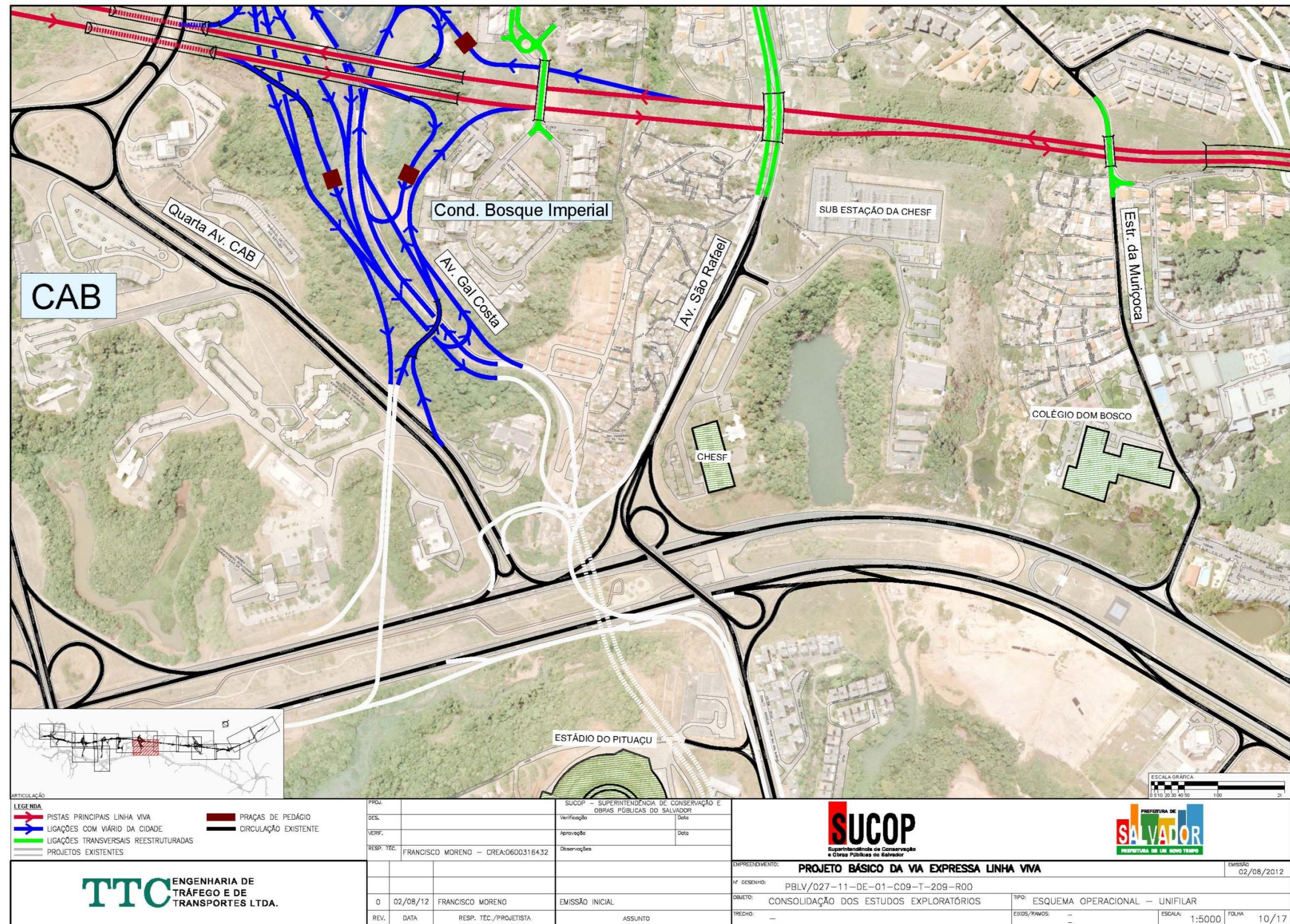


Figura 1.14 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 10/16

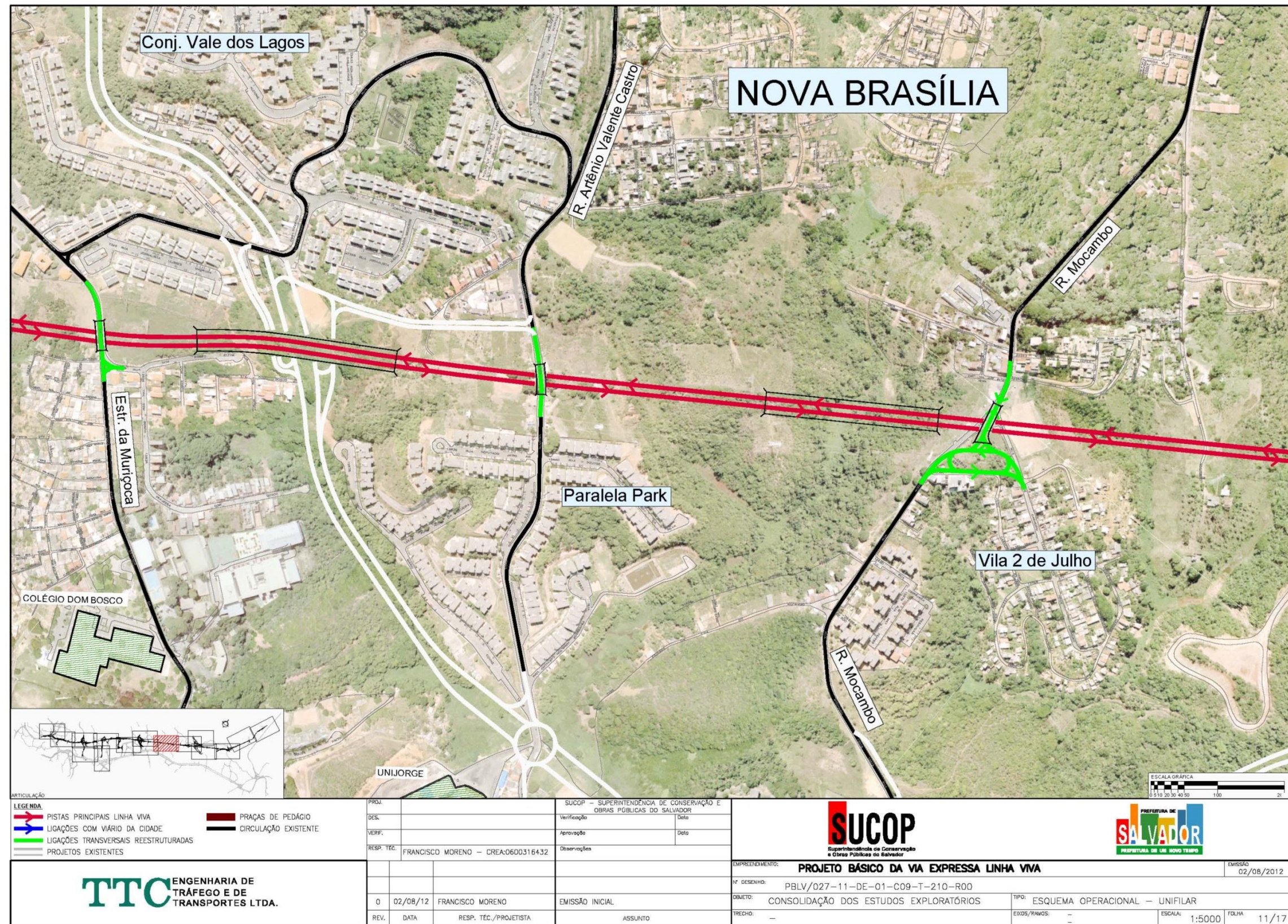


Figura 1.15 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 11/16

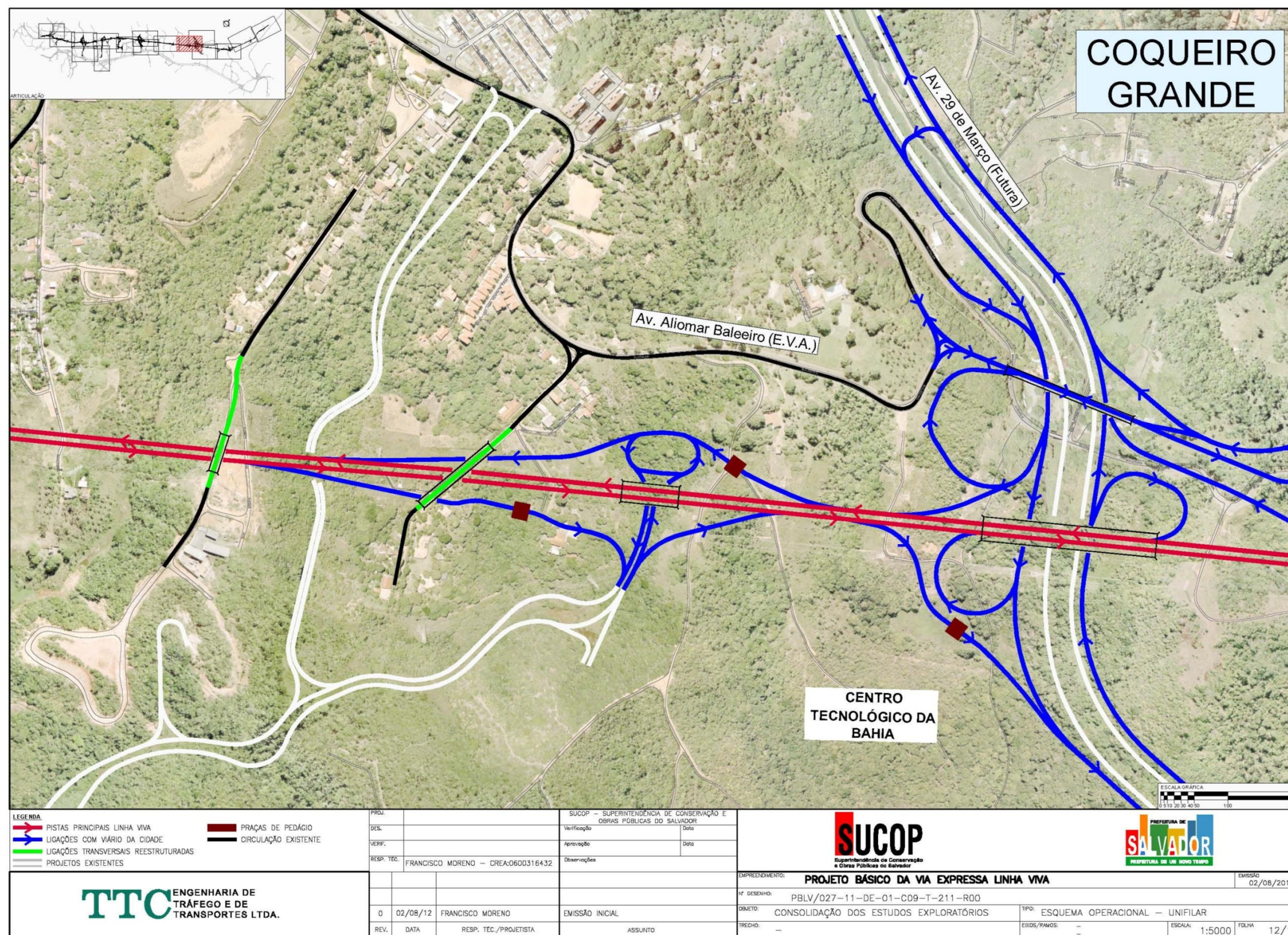


Figura 1.16 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 12/16

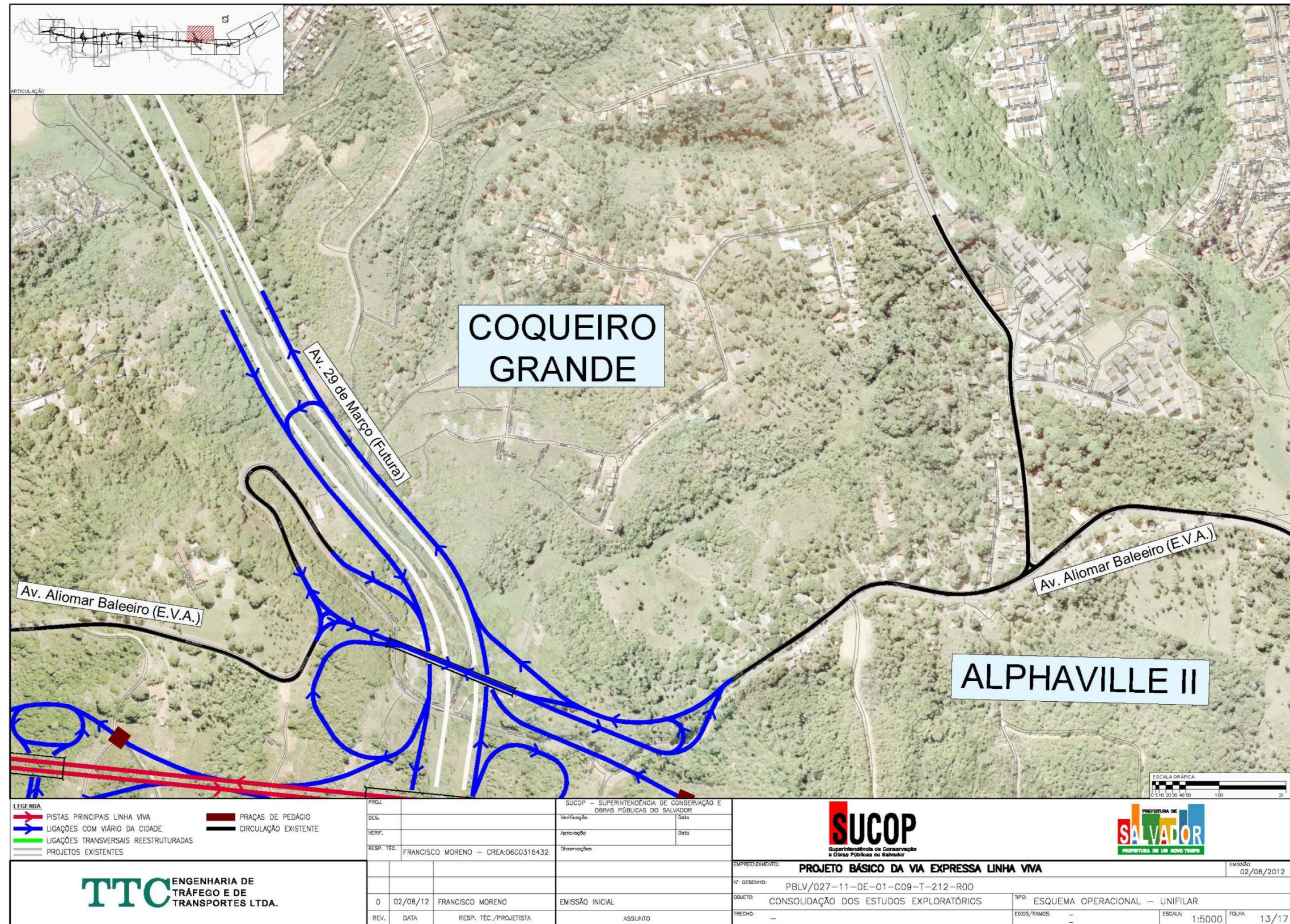


Figura 1.17 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 13/16

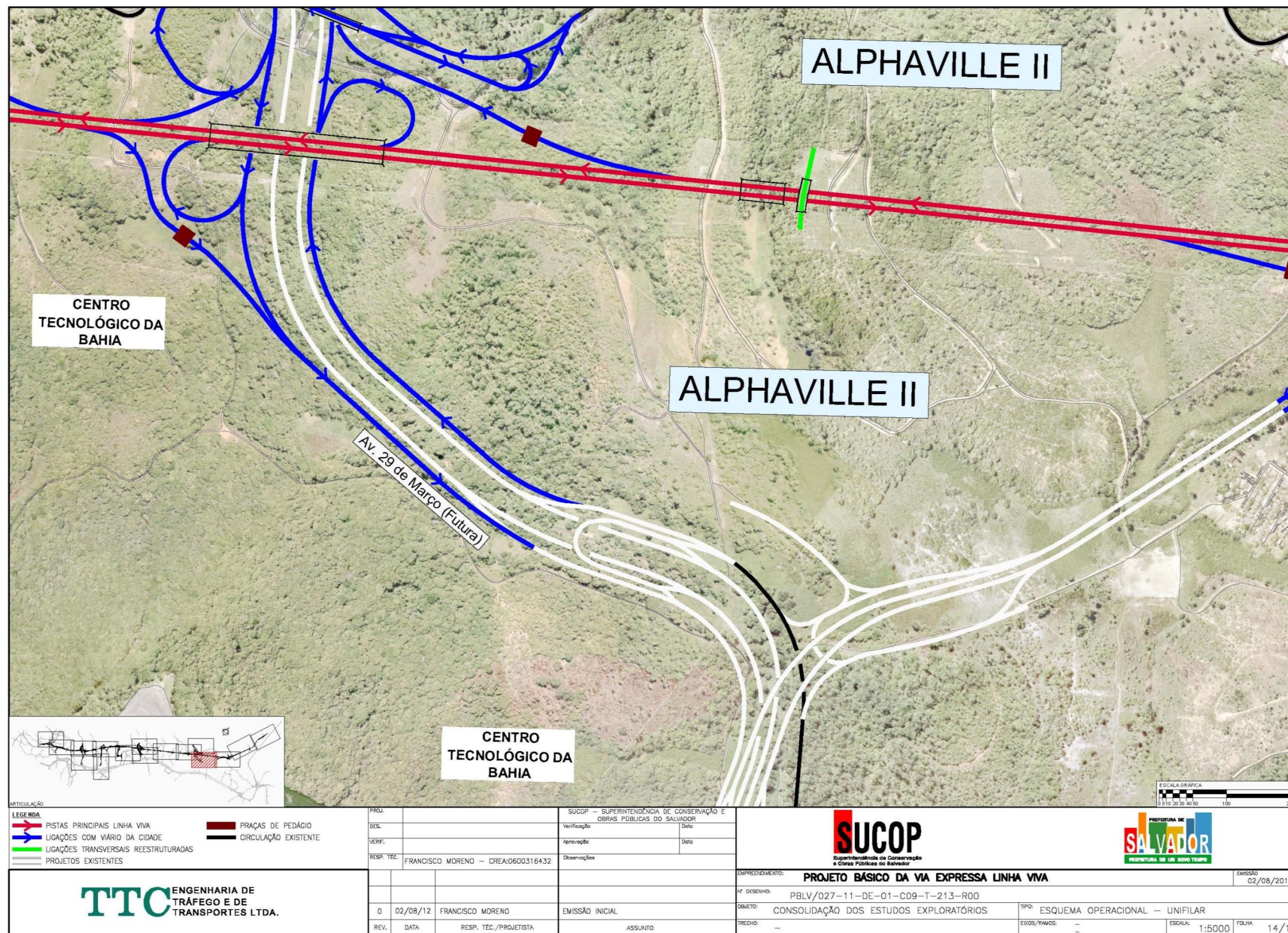


Figura 1.18 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 14/16

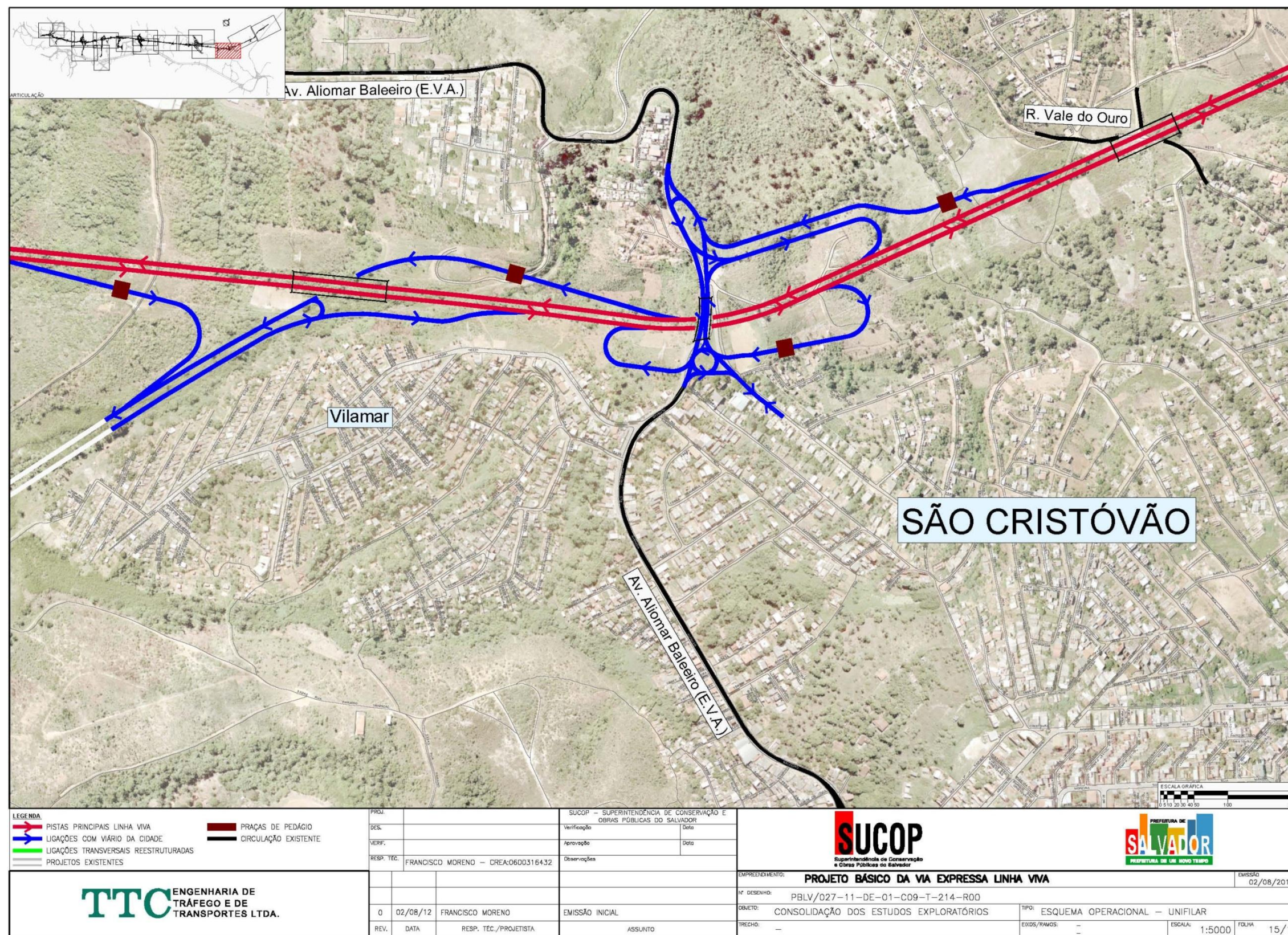


Figura 1.19 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 15/16

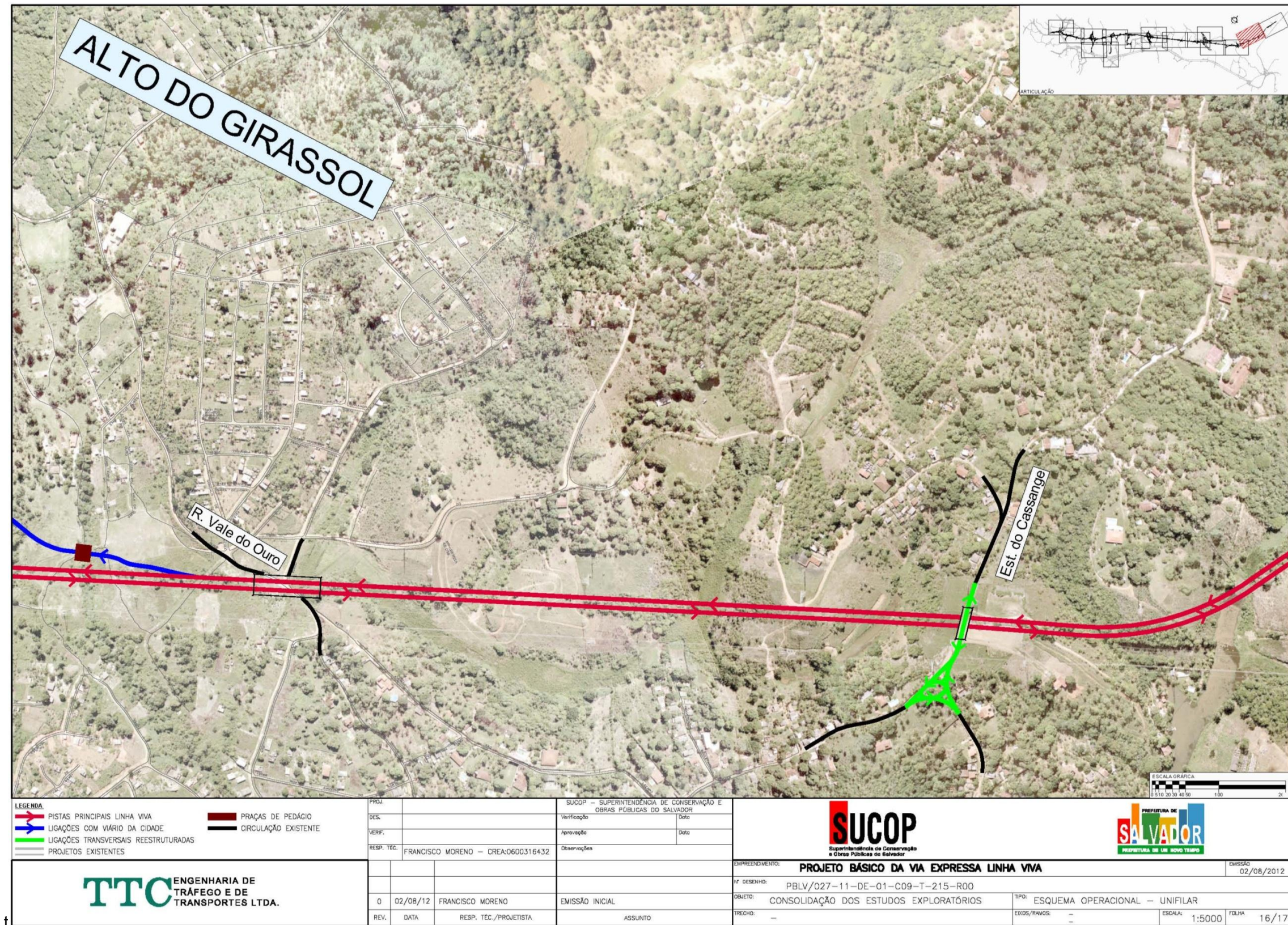
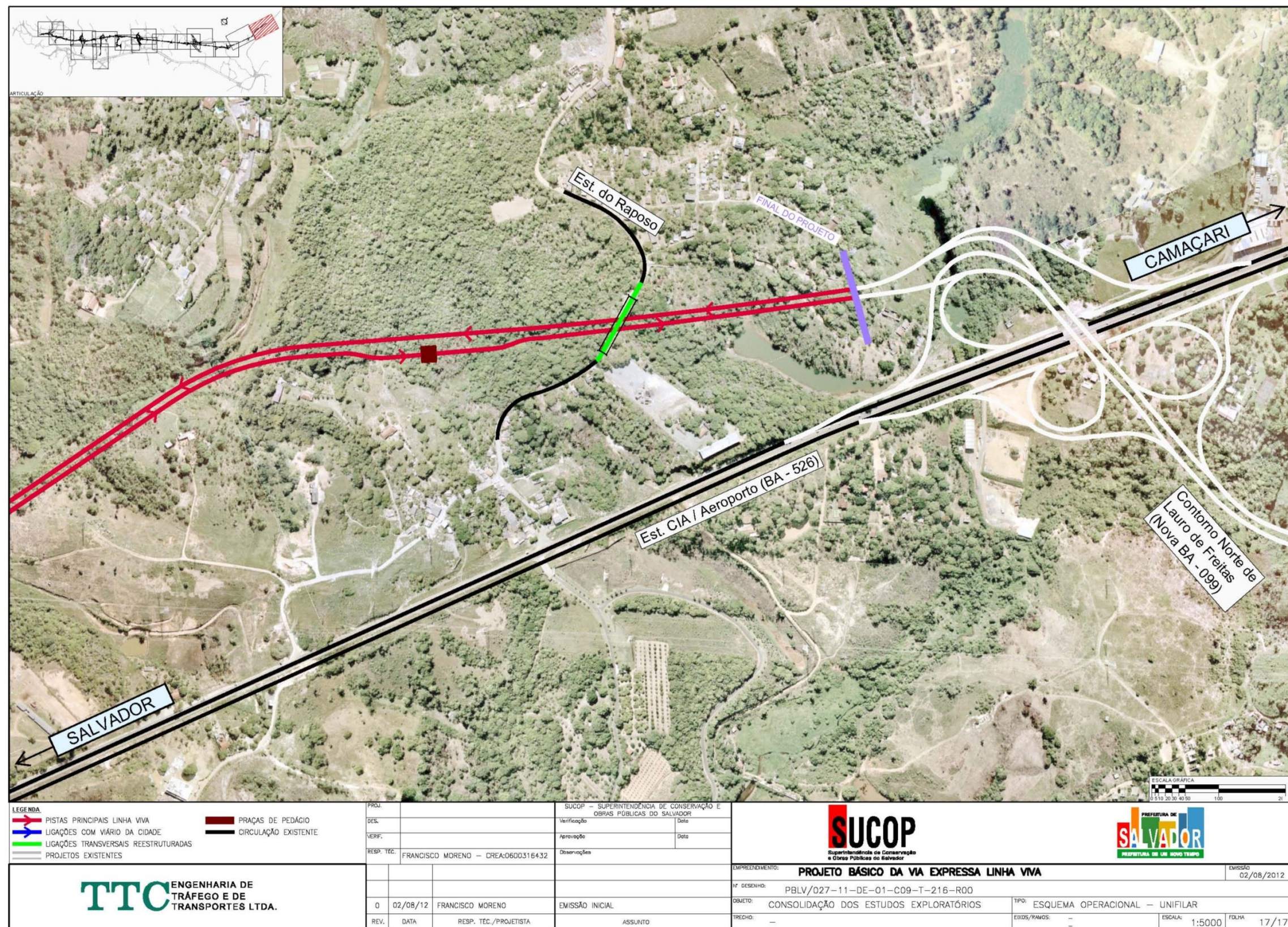


Figura 1.20 – Esquema de Circulação de Tráfego: PRANCHA 16/16



1.7. PROJETO FUNCIONAL

A partir da definição do esquema de circulação apresentado no item 1.6, e como decorrência das informações dos vários projetos de engenharia – geometria, terraplanagem, drenagem, OAEs (túneis/viadutos), etc. – foi possível preparar uma série de pranchas que formataram o PROJETO BÁSICO da LINHA VIVA (Figura 1.22 a Figura 1.37).

Nessas pranchas (em planta - escala 1:4.000) estão representados sobre a base topográfica:

- estaqueamento individualizado de cada uma das pistas (Norte e Sul);
- alinhamento das pistas de rolamento e respectivos acostamentos (quando existentes);
- taludes de corte/aterro (com representação gráfica tradicional);

- posicionamento das OAEs (viadutos, túneis e trincheiras);
- muros de contenção;
- torres das linhas de transmissão da CHESF/COELBA, destacando aquelas com necessidade de relocação futura; e
- praças de pedágio.

Além das pranchas componentes das figuras mencionadas, segue esquema de articulação das folhas ilustrado a seguir na Figura 1.21.

Figura 1.21 – Articulação das Pranchas para o Projeto Funcional da LINHA VIVA (diagrama bifilar)

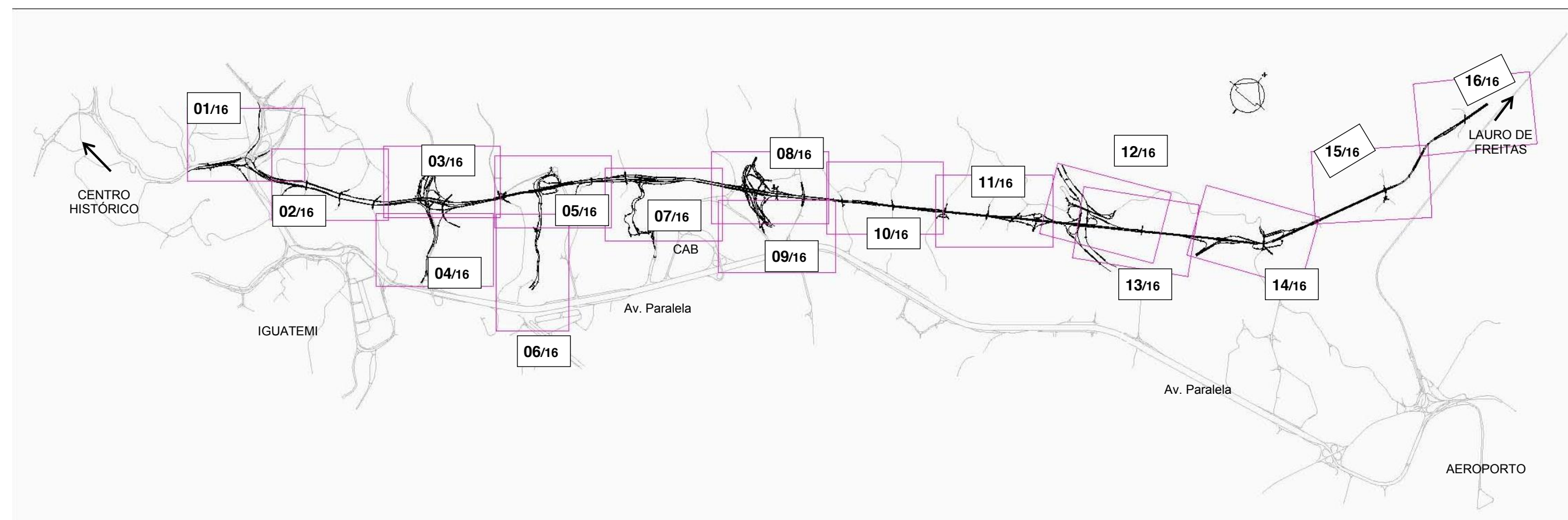


Figura 1.22 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 1/16

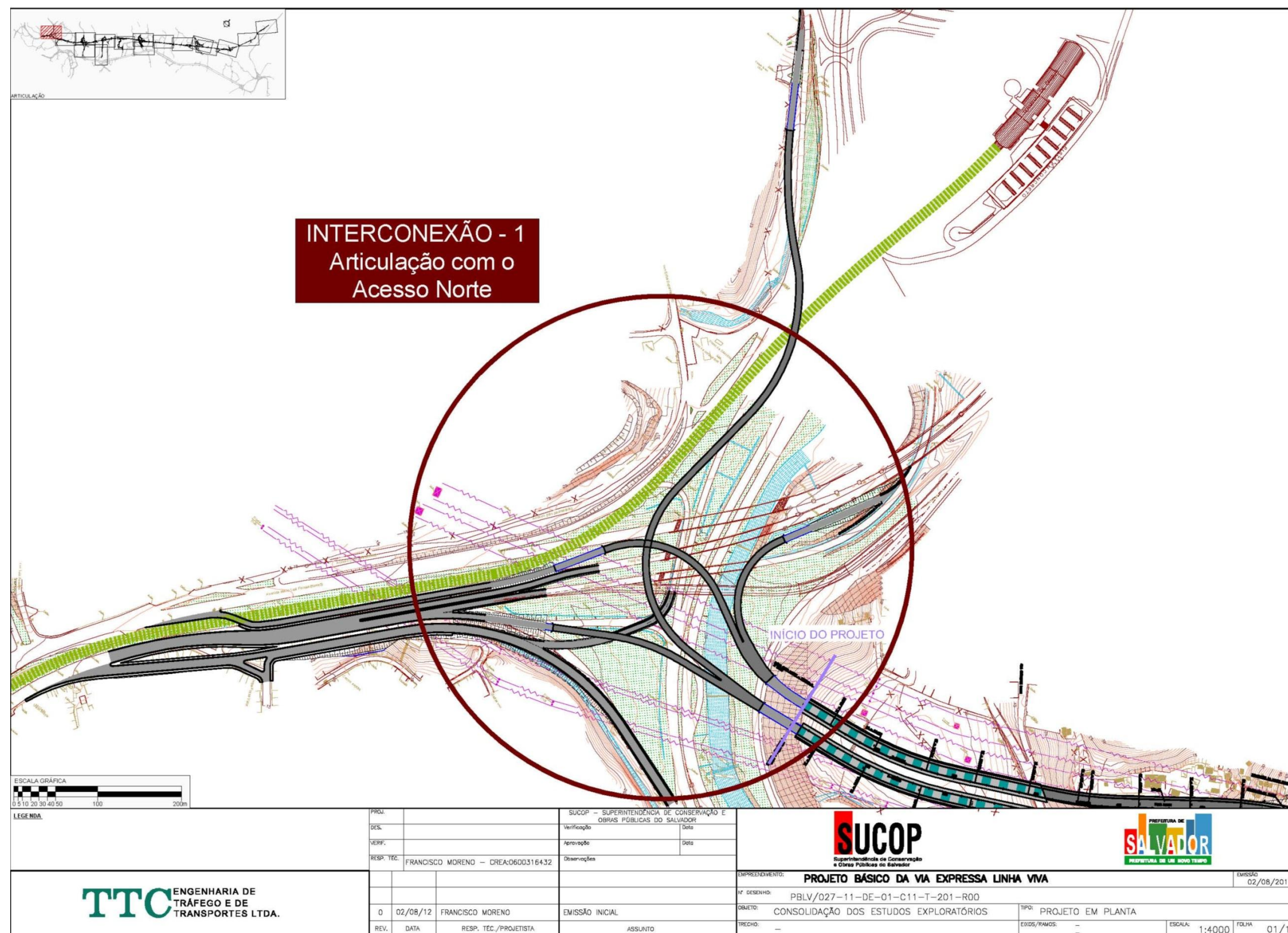


Figura 1.23 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 2/16

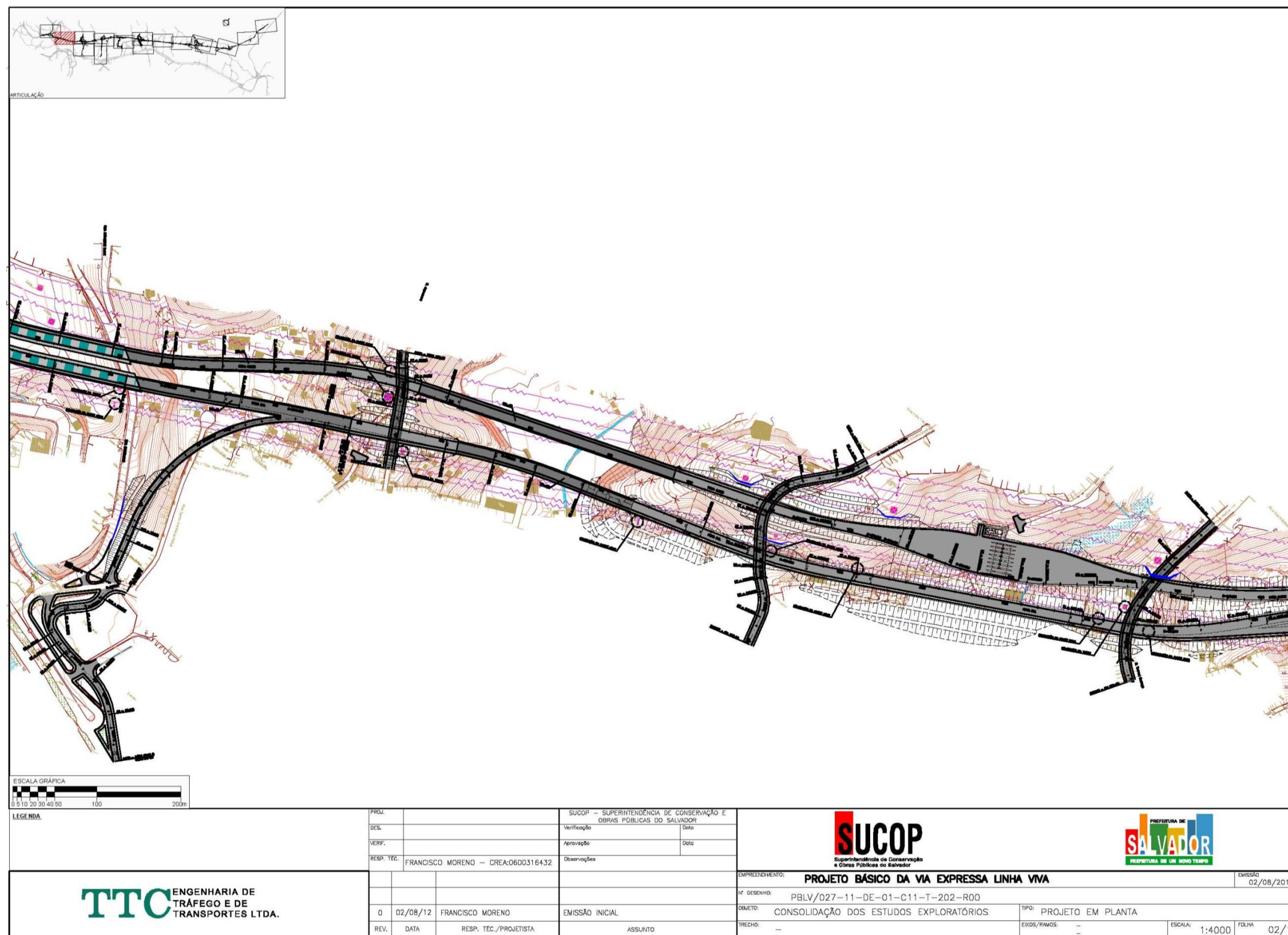


Figura 1.24 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 3/16

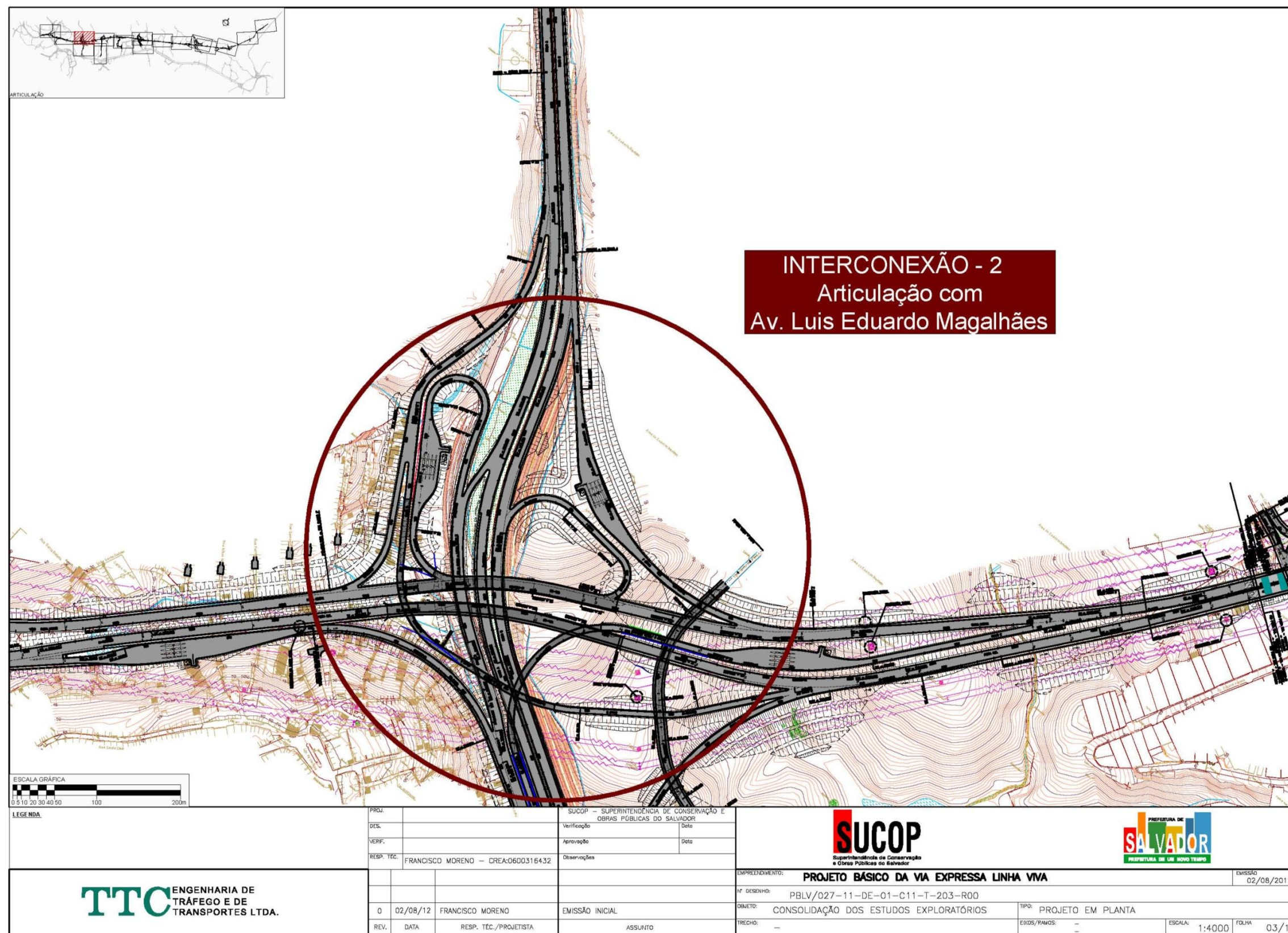


Figura 1.25 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 4/16

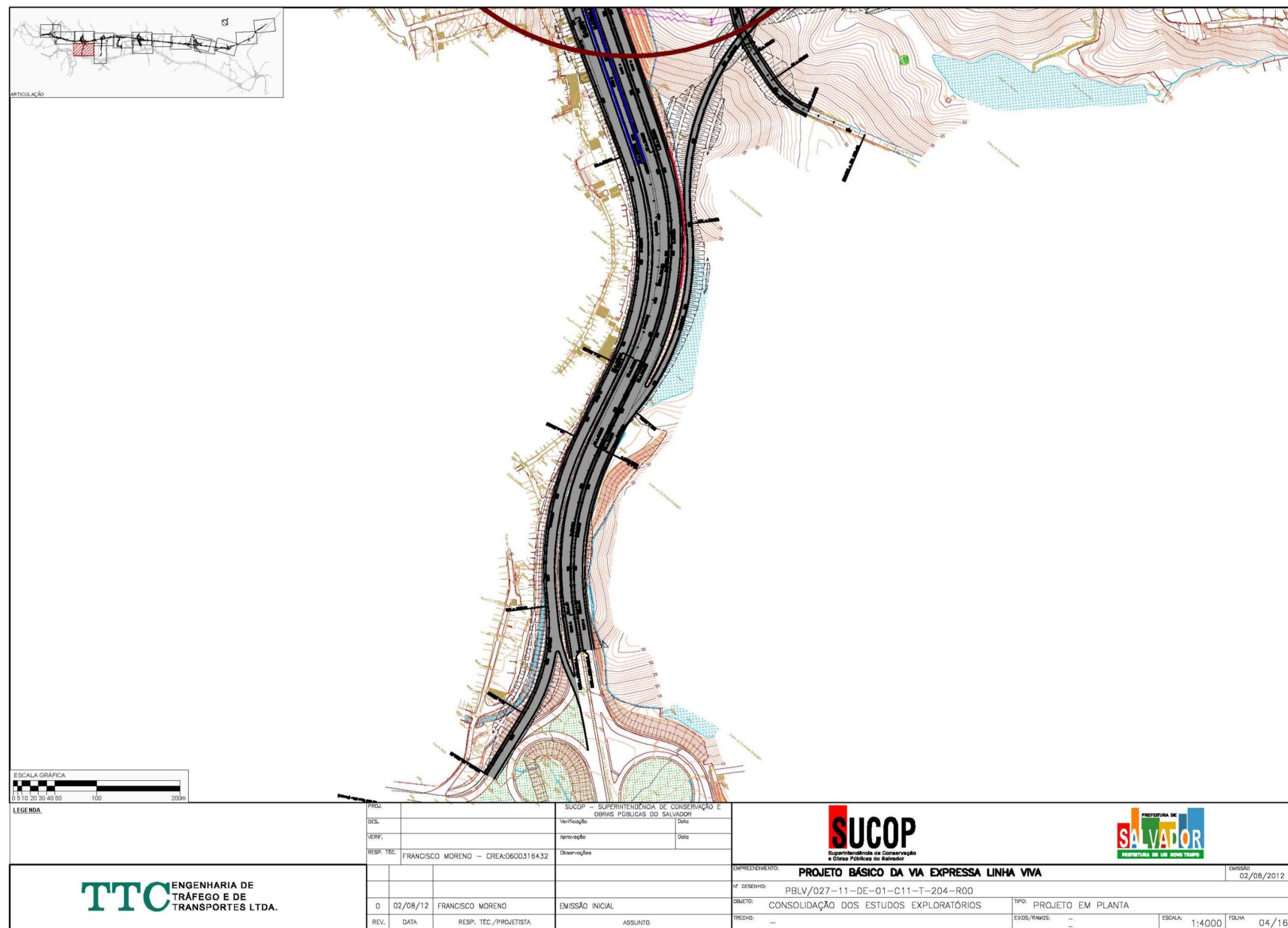


Figura 1.26 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 5/16

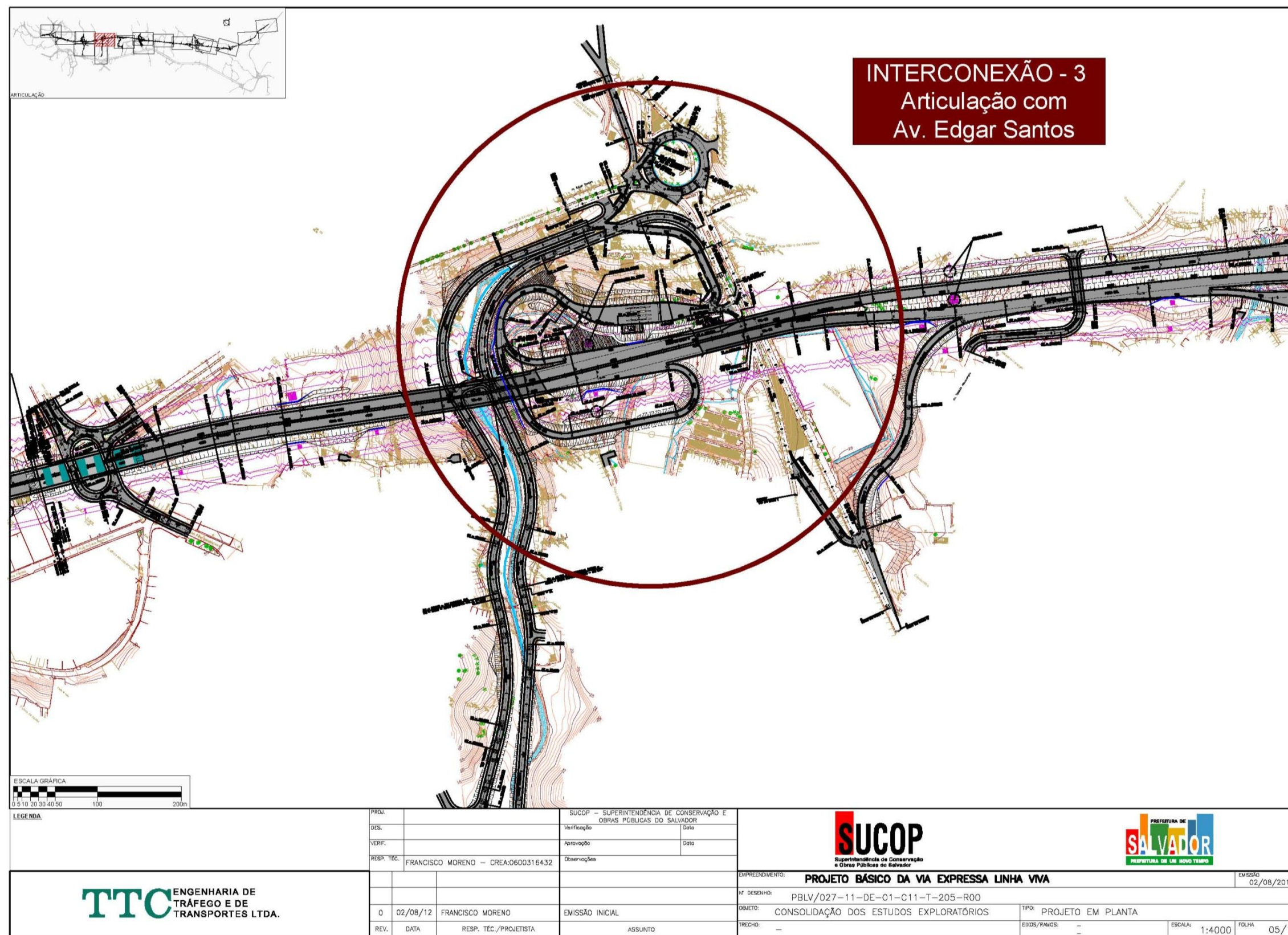


Figura 1.27 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 6/16

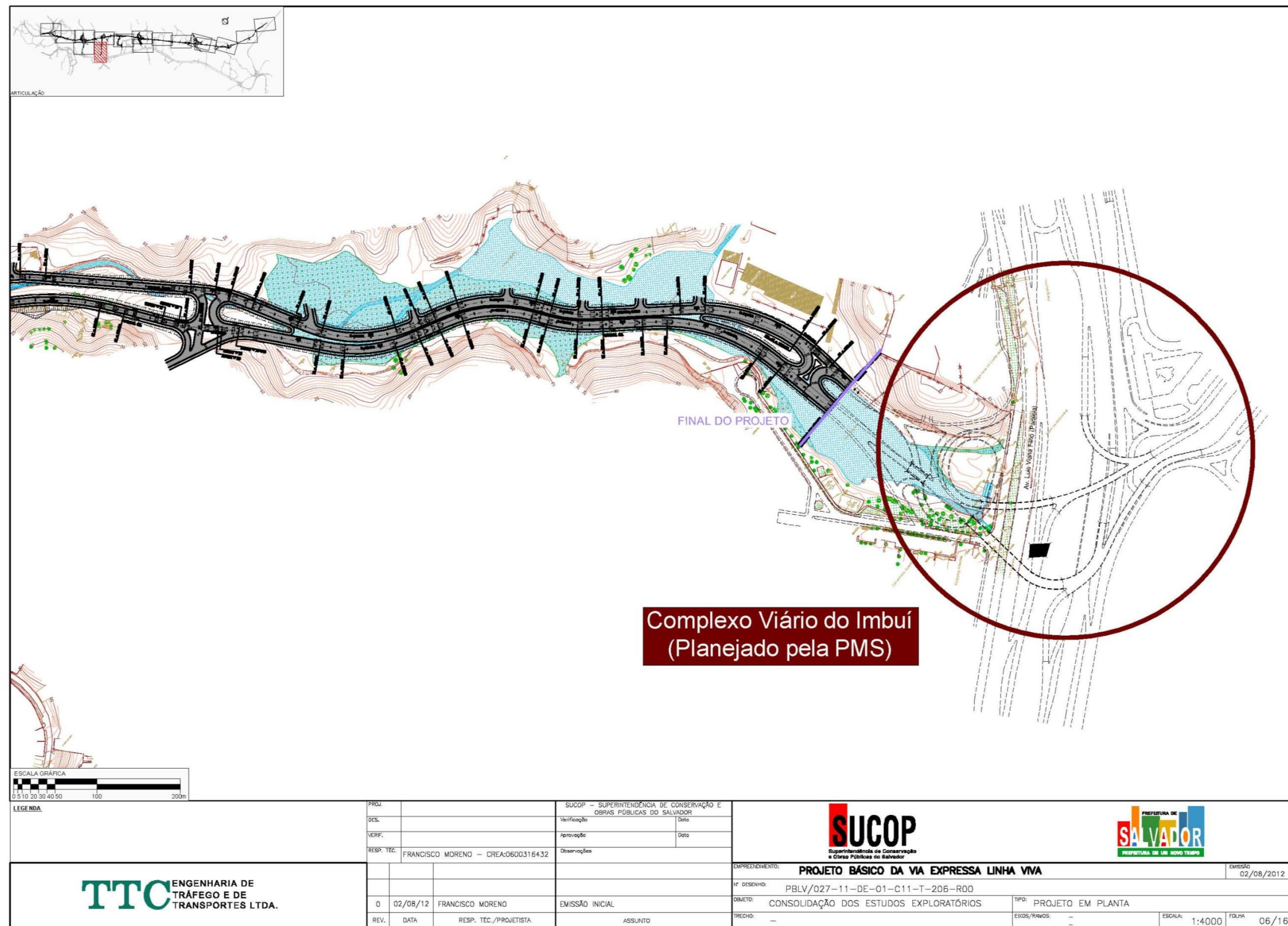


Figura 1.28 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 7/16

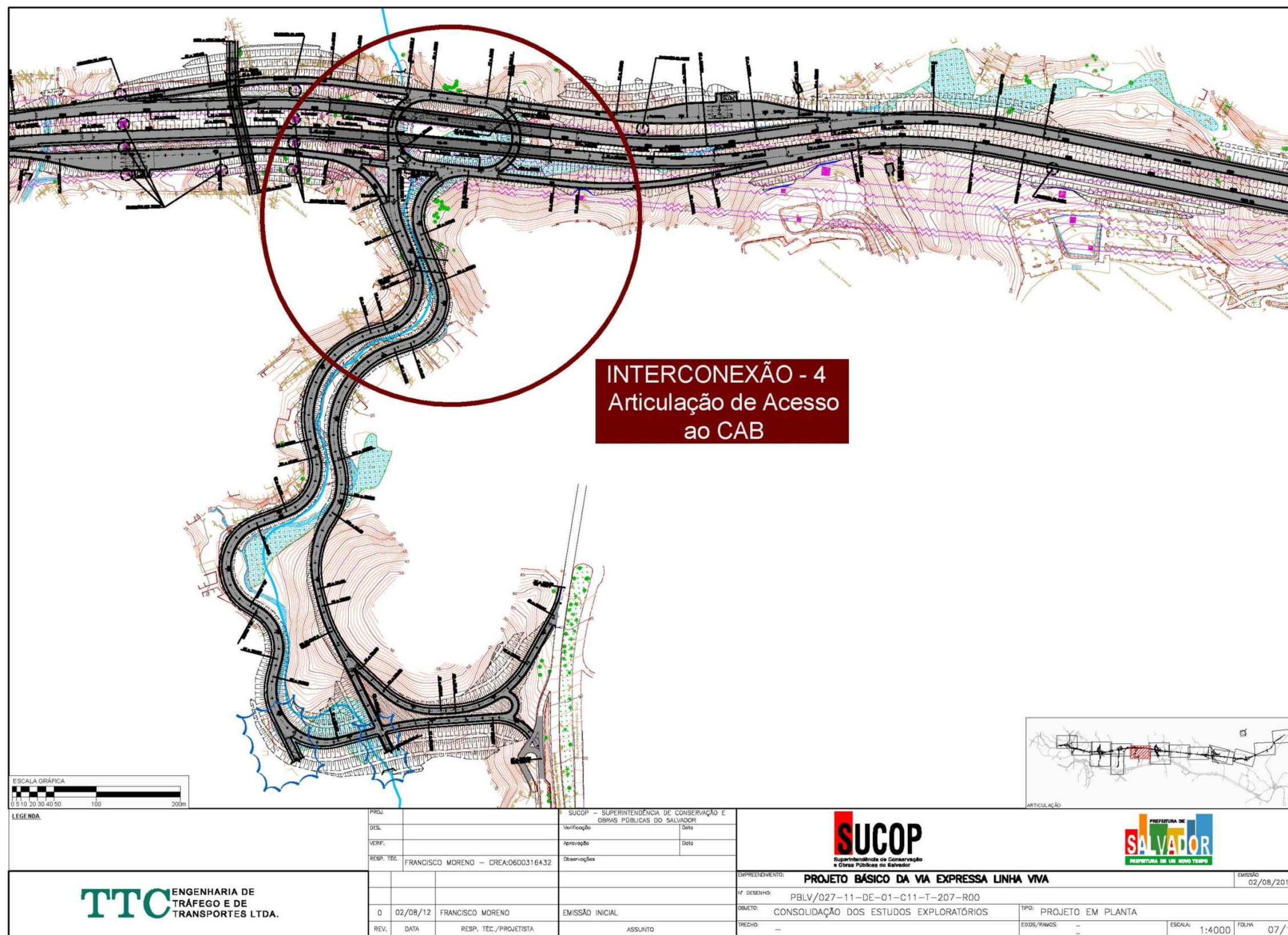


Figura 1.29 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 8/16

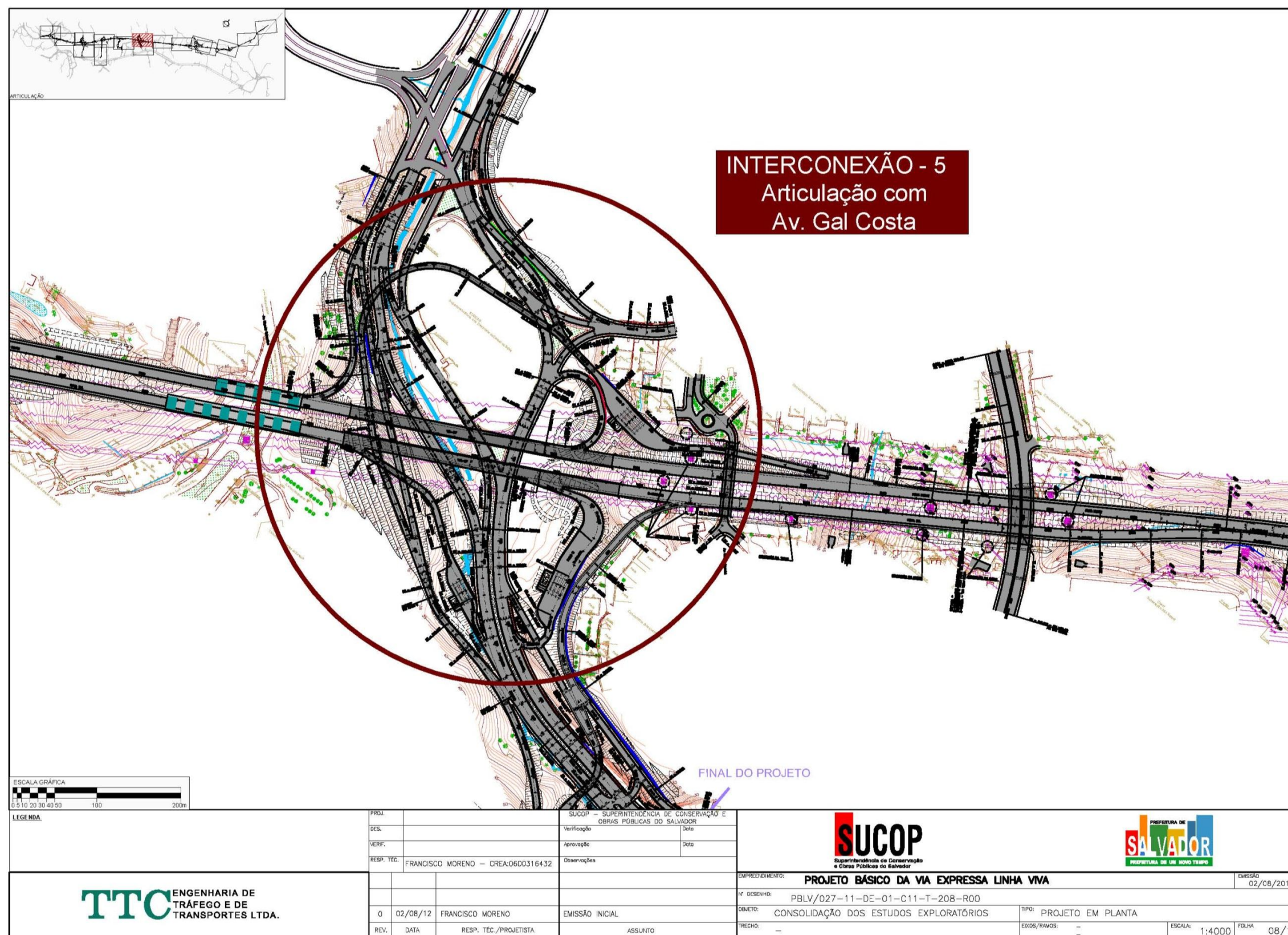


Figura 1.30 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 9/16

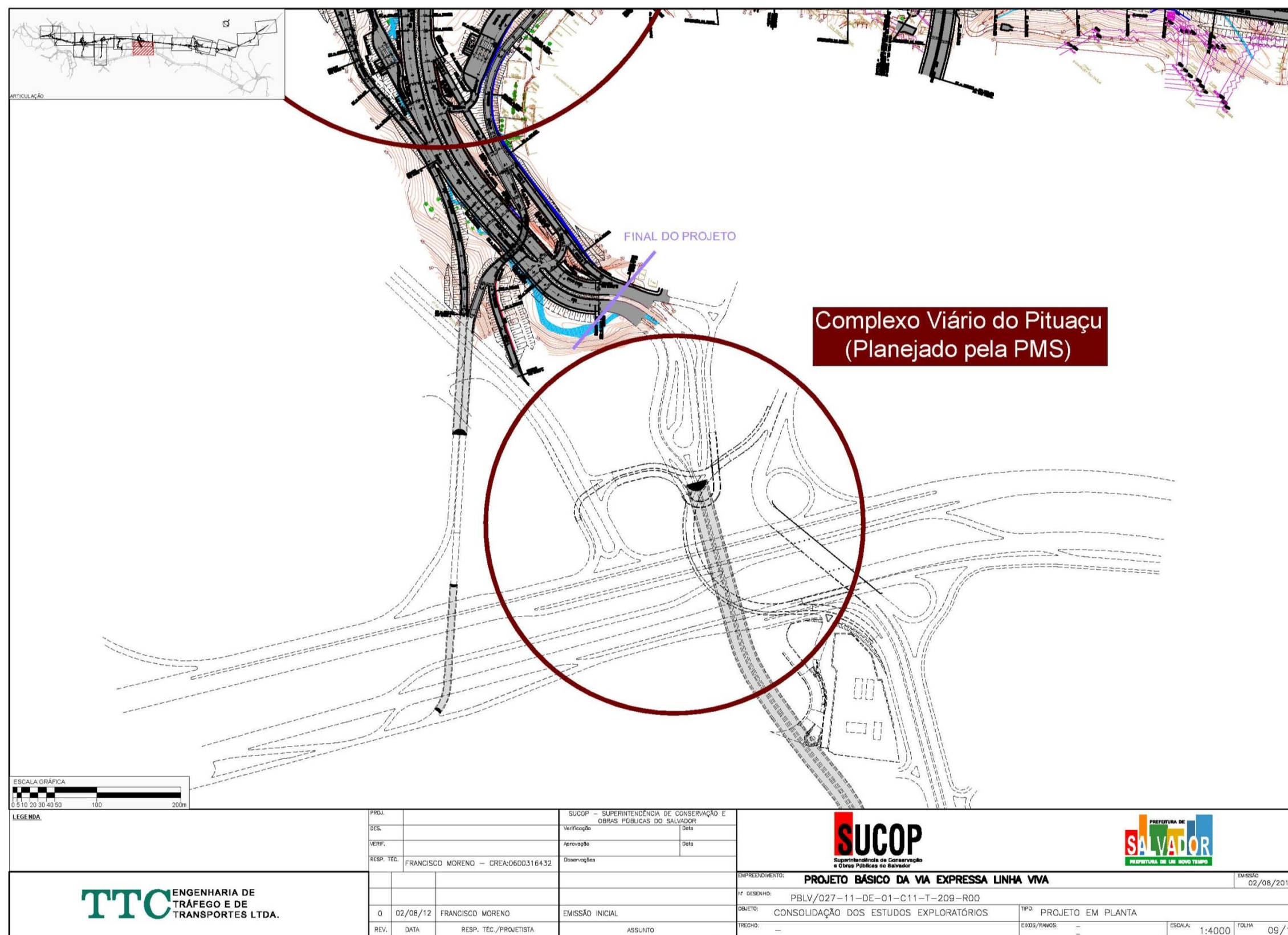


Figura 1.31 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 10/16

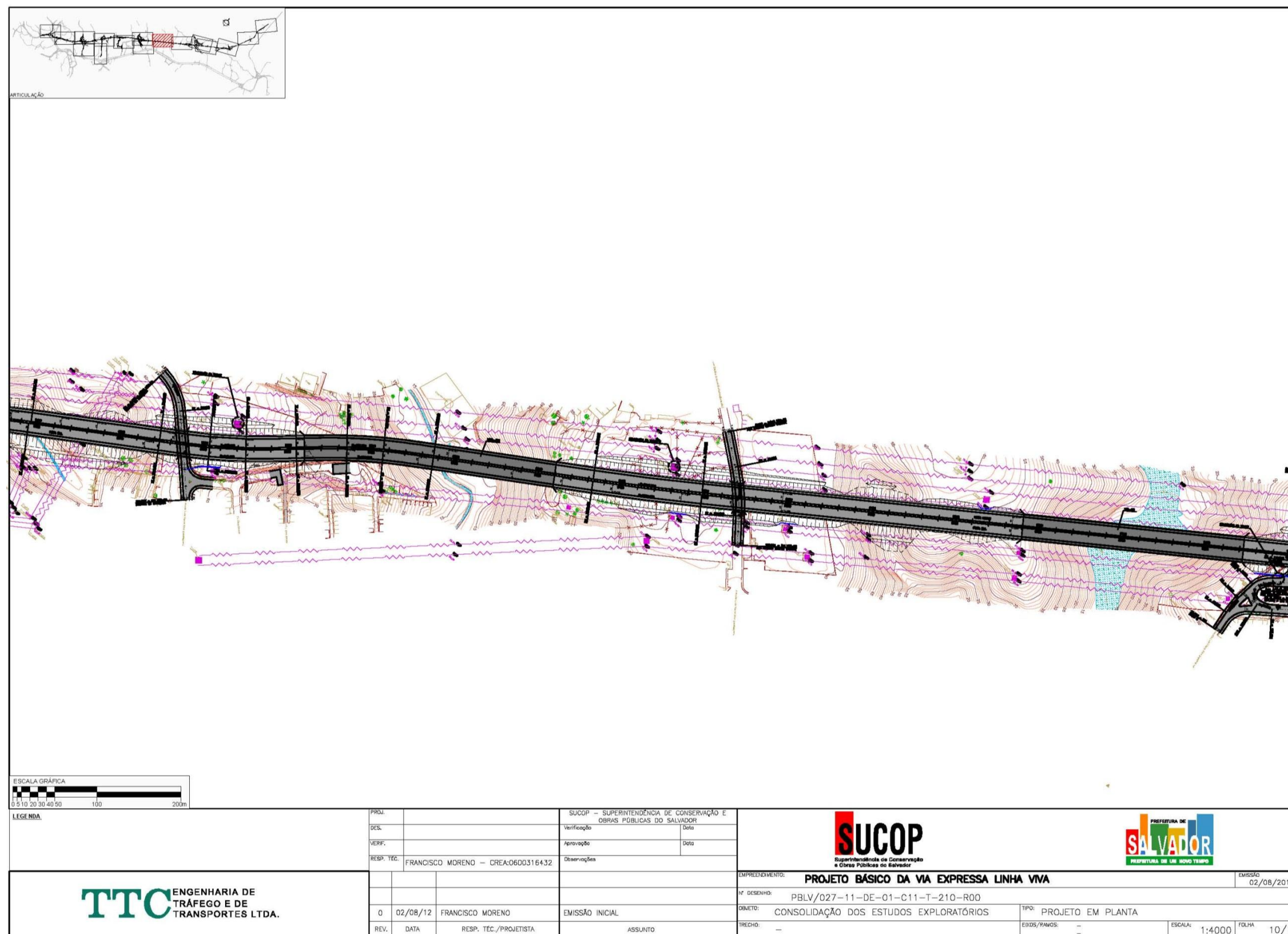


Figura 1.32 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 11/16

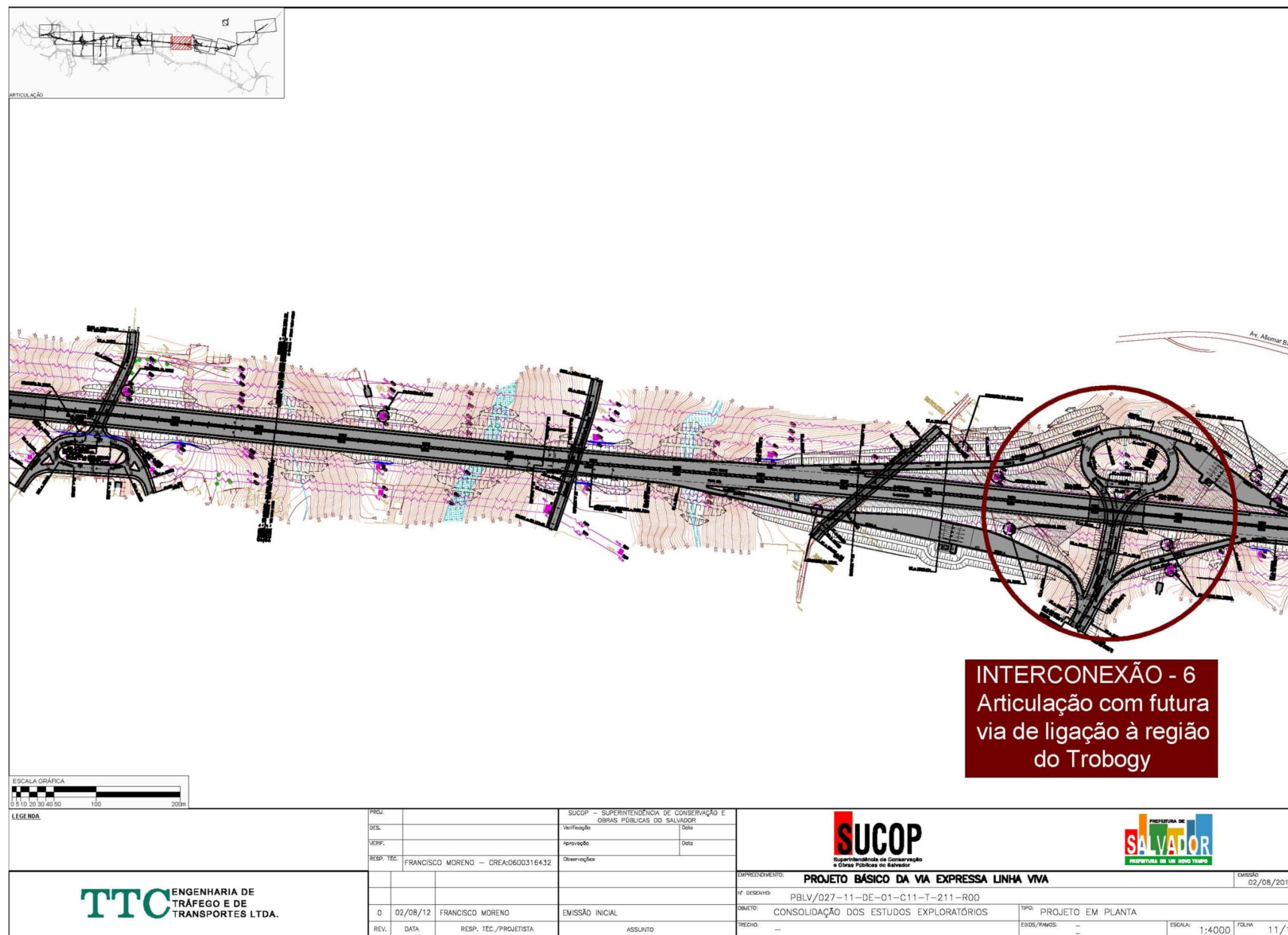


Figura 1.33 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 12/16

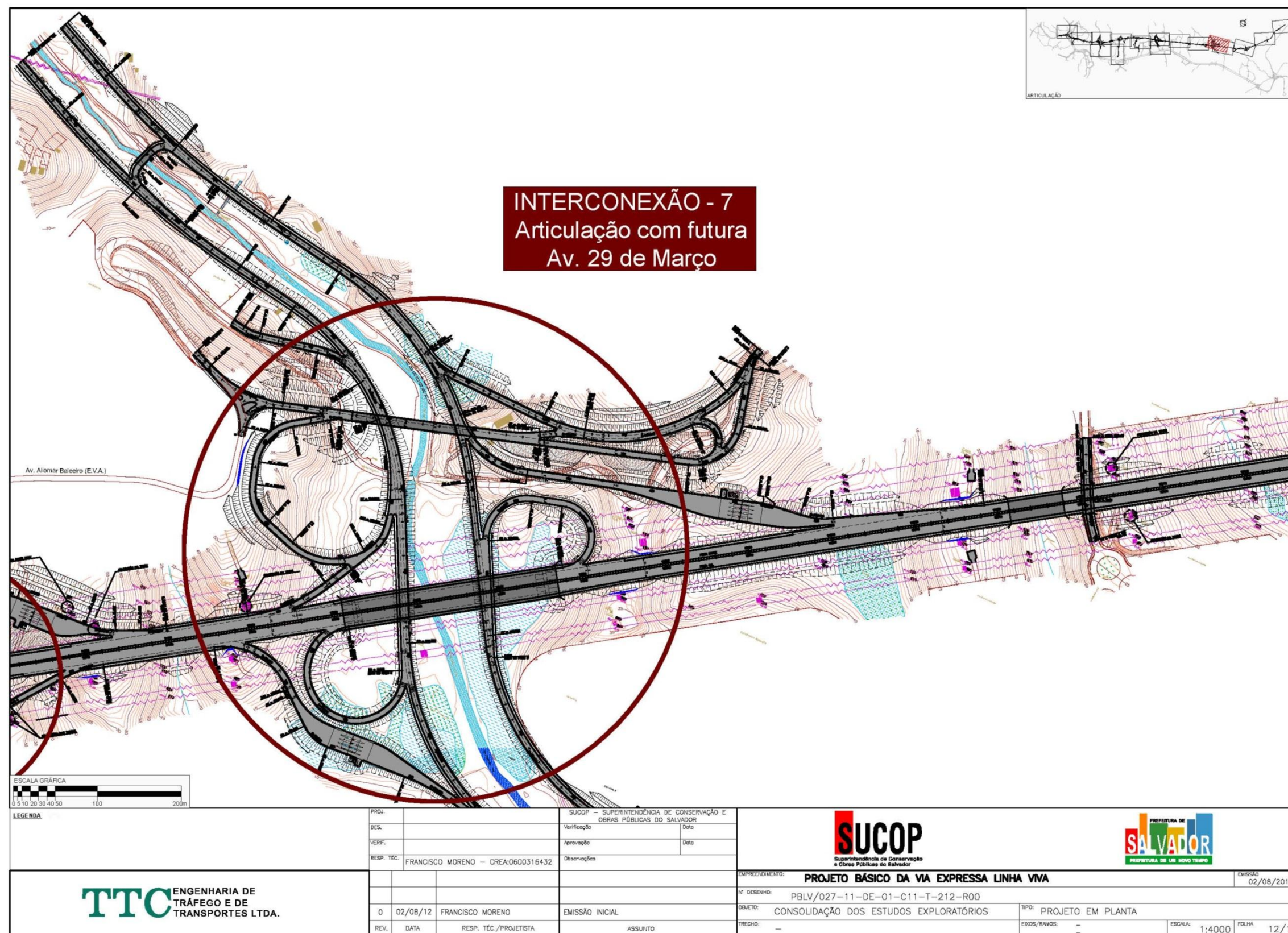


Figura 1.34 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 13/16

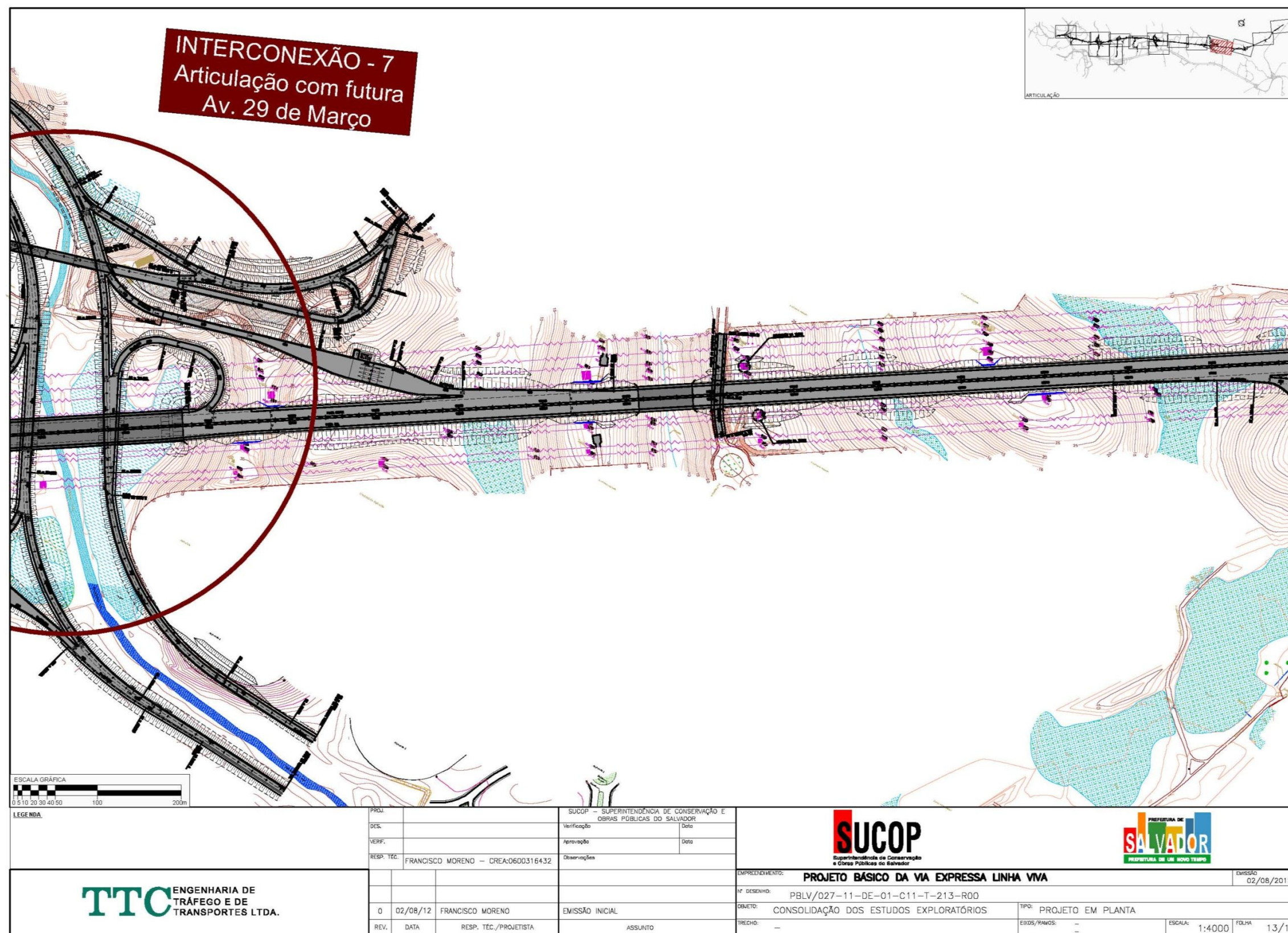


Figura 1.35 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 14/16

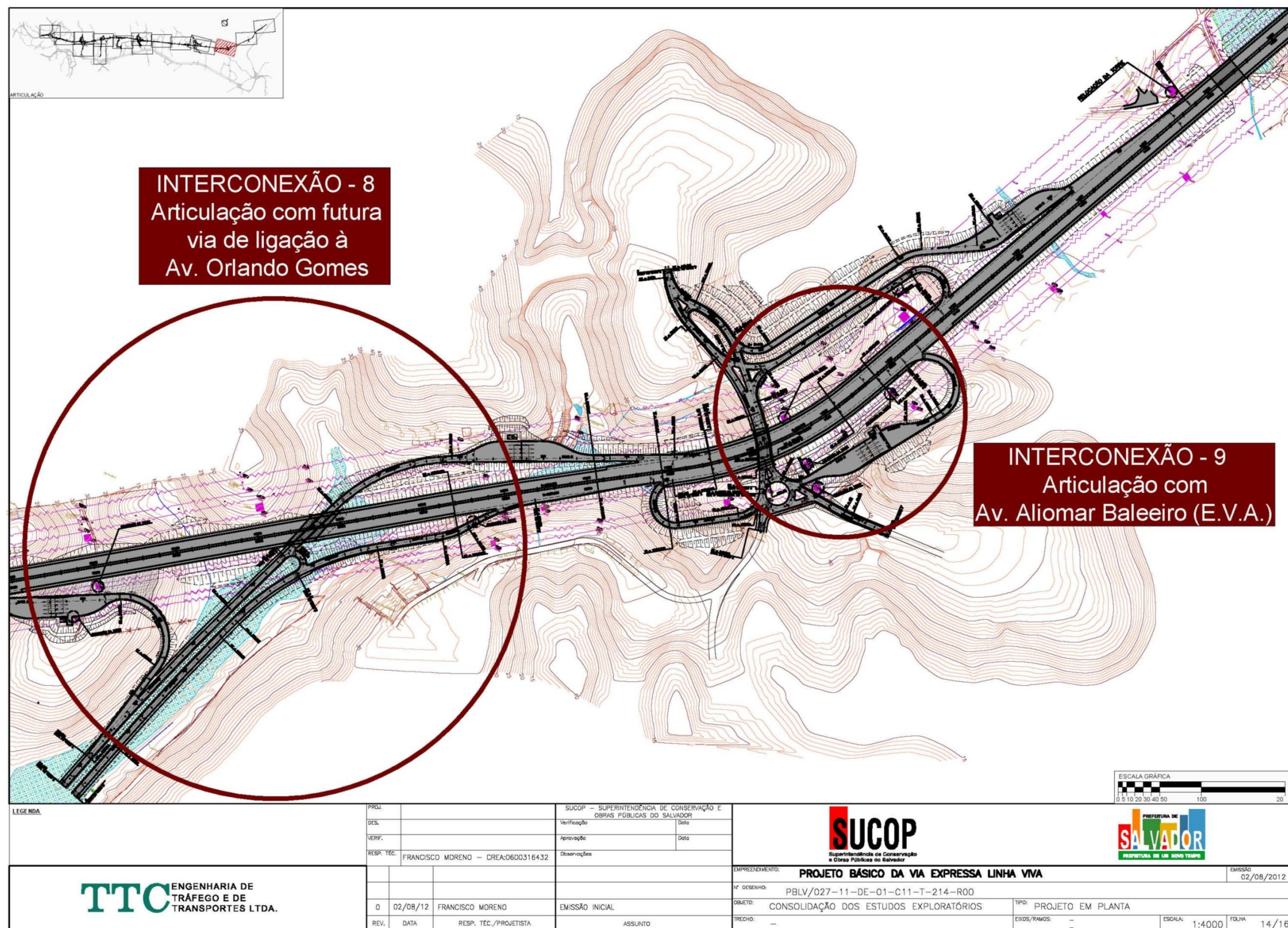


Figura 1.36 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 15/16

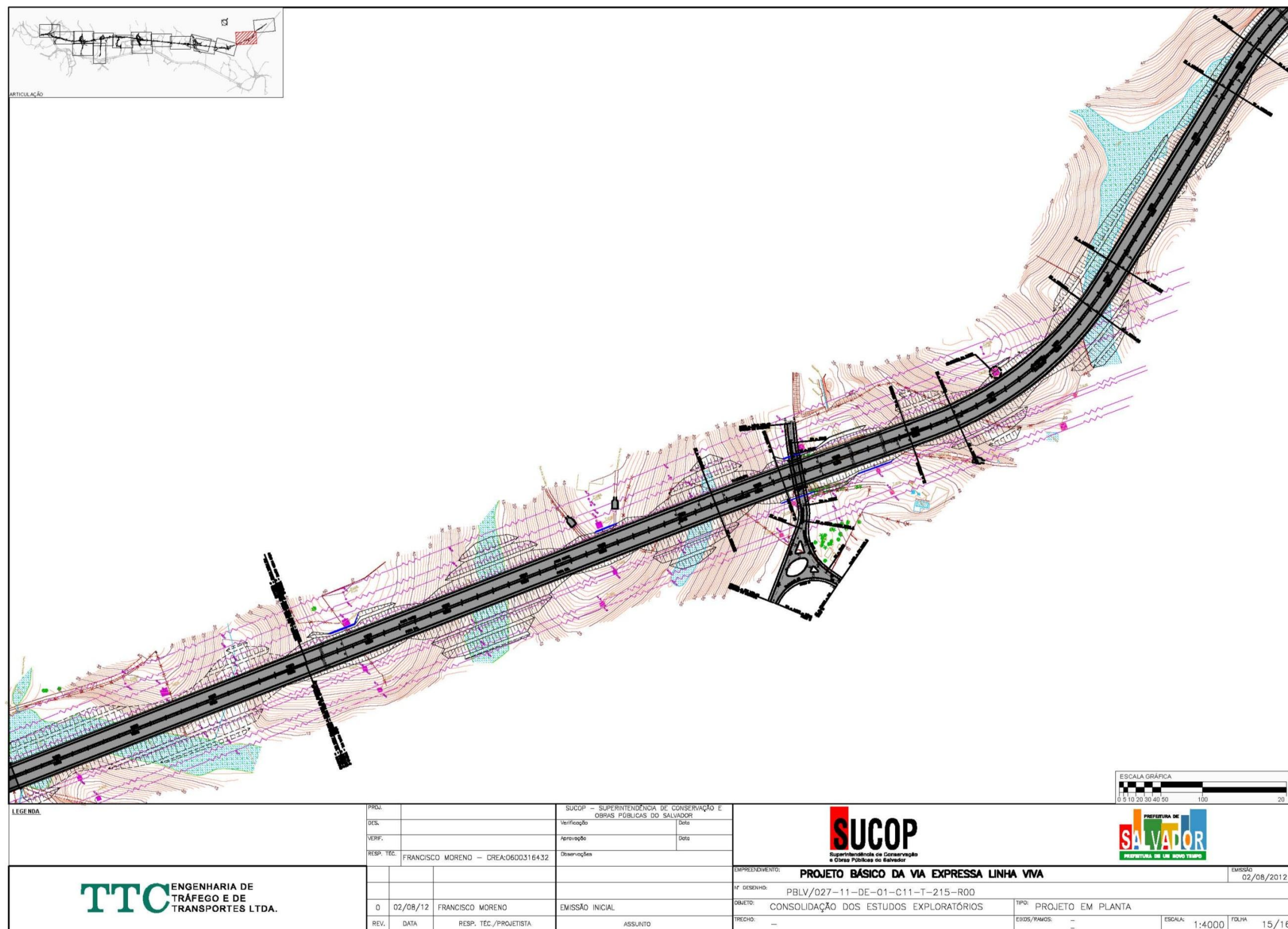
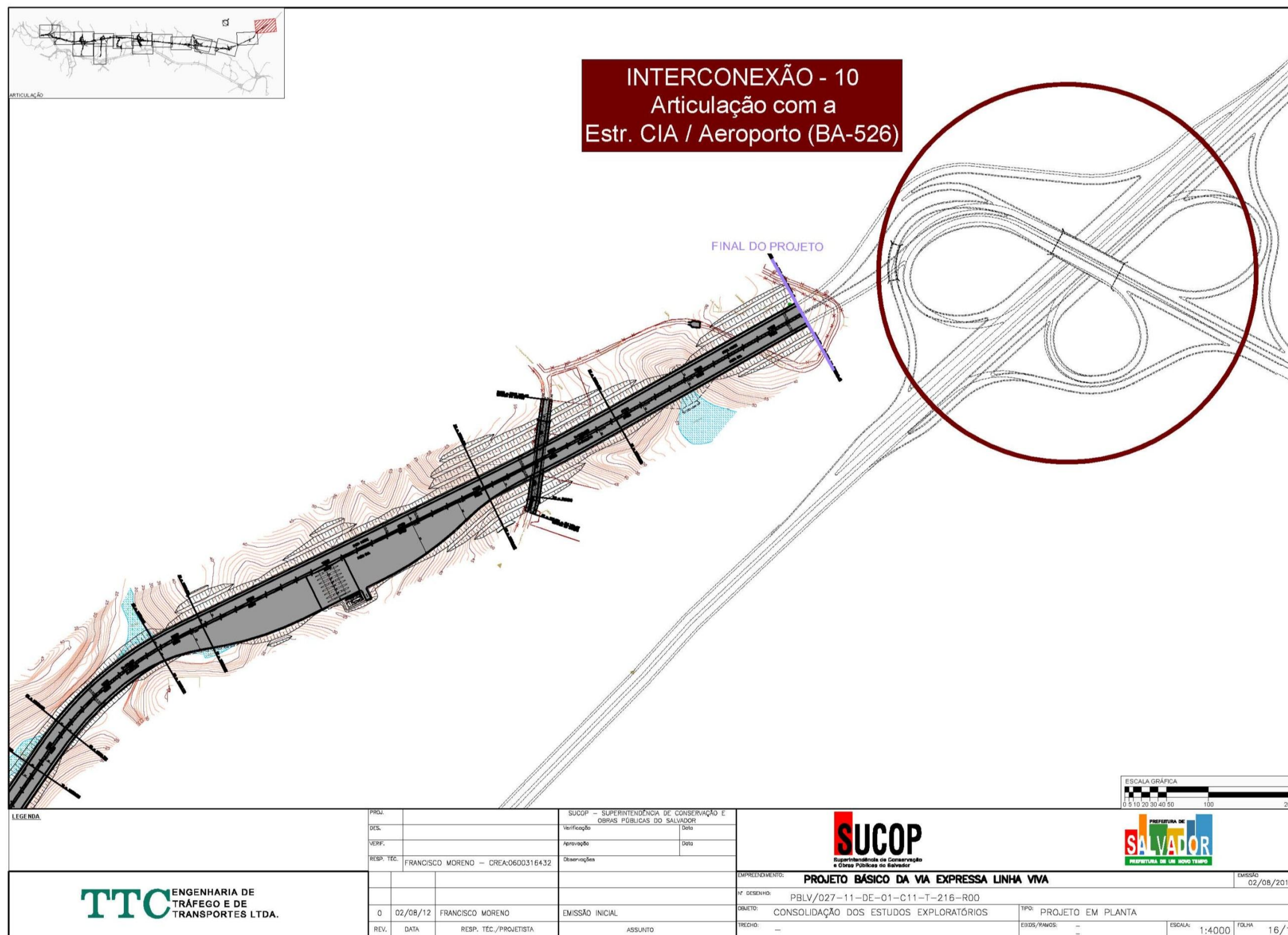


Figura 1.37 – Projeto Funcional da LINHA VIVA: PRANCHA 16/16



2. TIPOLOGIAS DAS OAEs – Obras de Arte Especiais

Pelas **características físico-operacionais**, exigidas na implantação de uma Via Expressa e pelas condições impostas pelo **acidentado relevo da região**, identificado pelos levantamentos topográficos deste estudo, grande parte do desenvolvimento do traçado impôs a **implantação de um conjunto de OAEs** – Obras de Arte Especiais (viadutos, túneis ou trincheiras).

Dessa forma, com o intuito de padronizar ao máximo as soluções de engenharia para a execução dessas OAEs, estão a seguir comentados os critérios arquitetônicos, de engenharia, e construtivos que orientaram o desenvolvimento dos projetos estruturais respectivos, conforme se apresentam nos outros relatórios deste trabalho e nos respectivos Projetos Básico de Engenharia Estrutural (RF-07).

2.1. CONCEPÇÃO DOS “VIADUTOS”

Uma síntese das propostas de OAE's – viadutos é apresentada a seguir:

- ✓ **Travessia sobre a futura Av. 29 de Março: Obra de Arte Especial, em ESTRUTURA ESTAIADA**, com 260 m de vão e 35 m de altura acima do tabuleiro, de modo a vencer o grande vale que se apresenta na região, ao longo do Rio Jaguaribe e da futura via transversal - Av. 29 de Março. Tabuleiro formado por estrutura mista, composto por uma laje de concreto sobre vigas de aço. Os encontros serão executados em estrutura do tipo Terra-Armada. Esta tipologia será aplicada somente neste local, criando um marco e um novo “cartão postal” para a cidade do Salvador. As Figura 2.1 e Figura 2.2 apresentam, em perspectiva, essa travessia, conforme está proposto para este trecho da LINHA VIVA.
- ✓ **Travessias sobre talwegues e vias transversais:** Tabuleiro formado por **vigas pré-moldadas** com a forma de pequenos caixões em concreto protendido, com vãos de até 40 m. O afastamento transversal entre vigas é da ordem de 4 m ajustados à largura total da OAE. As travessas de apoio são em concreto armado podendo ter um pilar central ou 2 pilares laterais de pequena altura, dependendo do local de implantação do apoio. Esta tipologia estrutural é adequada nas obras com pequena curvatura em planta.
A Figura 2.3 apresenta em perspectiva as **travessias sobre ruas e ribeirões**, com opção em grelha pré-moldada.
A Figura 2.4 apresenta em perspectiva as **travessias em vias de pista dupla** sobre avenidas e riachos, com opção de grelha pré-moldada.

- ✓ **Travessias sobre vales profundos:** Tabuleiro formado por **vigas pré-moldadas** com a forma de pequenos caixões em concreto protendido, com vãos de até 40 m. O afastamento transversal entre vigas é da ordem de 4 m ajustados à largura total da OAE. As travessas de apoio são em concreto armado com 2 pilares de grande altura, com seção transversal do tipo caixão. Esta tipologia estrutural é adequada nas obras com pequena curvatura em planta. Esse tipo de obra será aplicado em locais de fácil acesso e com baixa restrição ambiental.

A Figura 2.5 apresenta em perspectiva a **travessia sobre vale**, com opção em grelha pré-moldada.

A Figura 2.6 apresenta o desenho da **travessia sobre vale em via de pista dupla**, com opção em grelha pré-moldada.

- ✓ **Travessia sobre vales profundos:** Tabuleiro formado por caixão unicelular construído pelo método dos **Balanços Sucessivos** com altura variável. Essas obras terão vãos de até 100 m com o objetivo de reduzir o número de pilares. Os pilares são em concreto armado com seção de caixão e duas lâminas na aproximação da superestrutura ou somente duas lâminas dependendo, da altura dos mesmos. Esta tipologia estrutural é **adequada nas obras com curvatura em planta**. Esse tipo de obra será aplicado em locais de difícil acesso e com alta restrição ambiental.

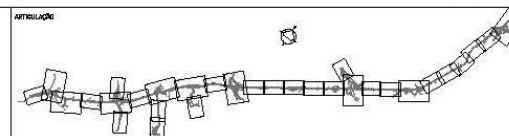
A Figura 2.7 apresenta em perspectiva a **travessia sobre vale**, com opção em **balanços sucessivos**.

- ✓ **Obras transversais sobre a LINHA VIVA e obras com curvatura em planta:** - Tabuleiro em **caixão moldado in loco**, com vãos entre 30 m e 60 m, apresentando as mesmas características de obras similares existentes na cidade de Salvador. Dois pilares circulares deverão ser utilizados como apoio. Esta solução poderá ser adotada nas obras situadas em curva acentuada onde a utilização de vigas pré-moldadas fica comprometida. Pode-se ainda utilizar o método dos Balanços Sucessivos com vão até 100 m, com altura variável onde for necessário e onde não se pode interromper o trânsito. A Figura 2.8 apresenta em perspectiva as obras de arte transversais, conforme está proposto para a LINHA VIVA.

Figura 2.1 - PONTE ESTAIADA - Perspectivas / Cortes (PRANCHA 01/02)



NOTA
PERFIL TEÓRICO AJUSTADO AO GREIDE LEVANTADO



SUCOP
Superintendência de Conservação
e Obras Públicas do Salvador

PREFEITURA DE
SALVADOR
PREFEITURA DE UM NOVO TEMPO

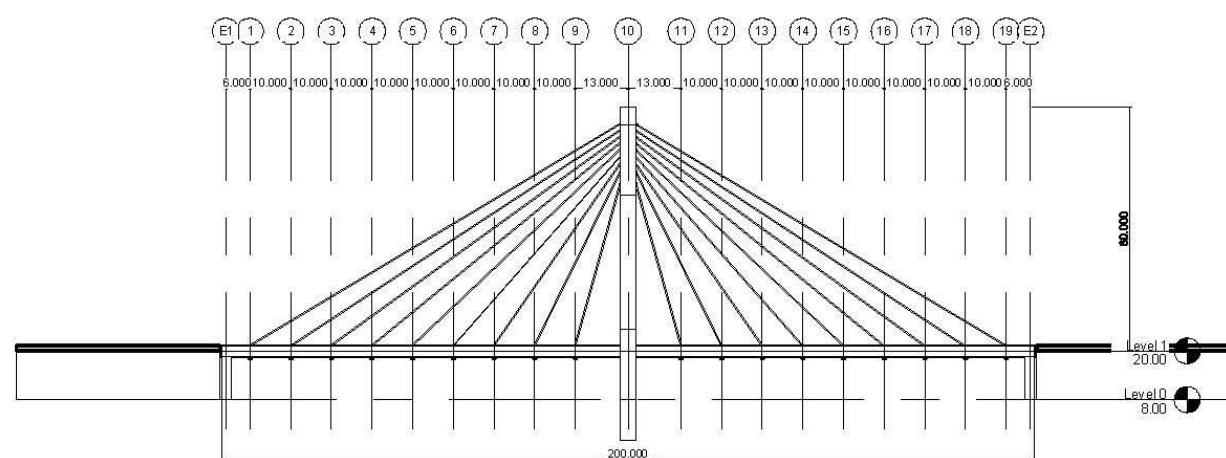
EMPRESA RESPONSÁVEL: PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA			Data: 10/08/2012	
AV. DESENHO:	PBLV-027/11-DE-06-C06-T-201-ROD			
OBJETO:	DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS OBRAS	TIPO: PONTE ESTAIADA - PERSPECTIVAS		
TRECHO:	Interseção com futura Av. 29 de Março		Escala: -	
ESCALA:	-	-	Folha:	01/02

TTC TRANSPORTES E TRANSPORTES LTDA.

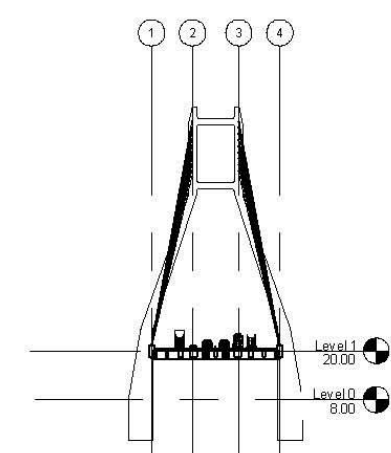
REV.	DATA	RESP. TÍT./PROJETA	RESP. TÍT./CONSEL	ASSINATO	DOC. REFERÊNCIA
0	10/08/2012	FRANCISCO MORENO		EMISSION INICIAL	

PROJ.	THIAGO KARL	SUCOP - SUPERINTENDÊNCIA DE CONSERVAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DO SALVADOR
DESE.	EDSON BORGES	
VERIF.	ROBERTO ALVES	
RESP. TÍT.	FRANCISCO MORENO NETO	CHIEF, ORÇAMENTO E CUSTOS

Figura 2.2 - PONTE ESTAIADA - Perspectivas (PRANCHA 02/02)



CORTE LONGITUDINAL TÍPICO
esc. 1:1000



CORTE TRANSVERSAL TÍPICO
esc. 1:1000

NOTA
PERFIL TEÓRICO AJUSTADO AO GREIDE LEVANTADO

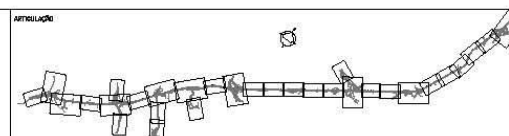


Figura 2.3 - TRAVESSIAS SOBRE RUAS E RIBEIRÕES - Opção em Grelha Pré - Moldada - Perspectivas

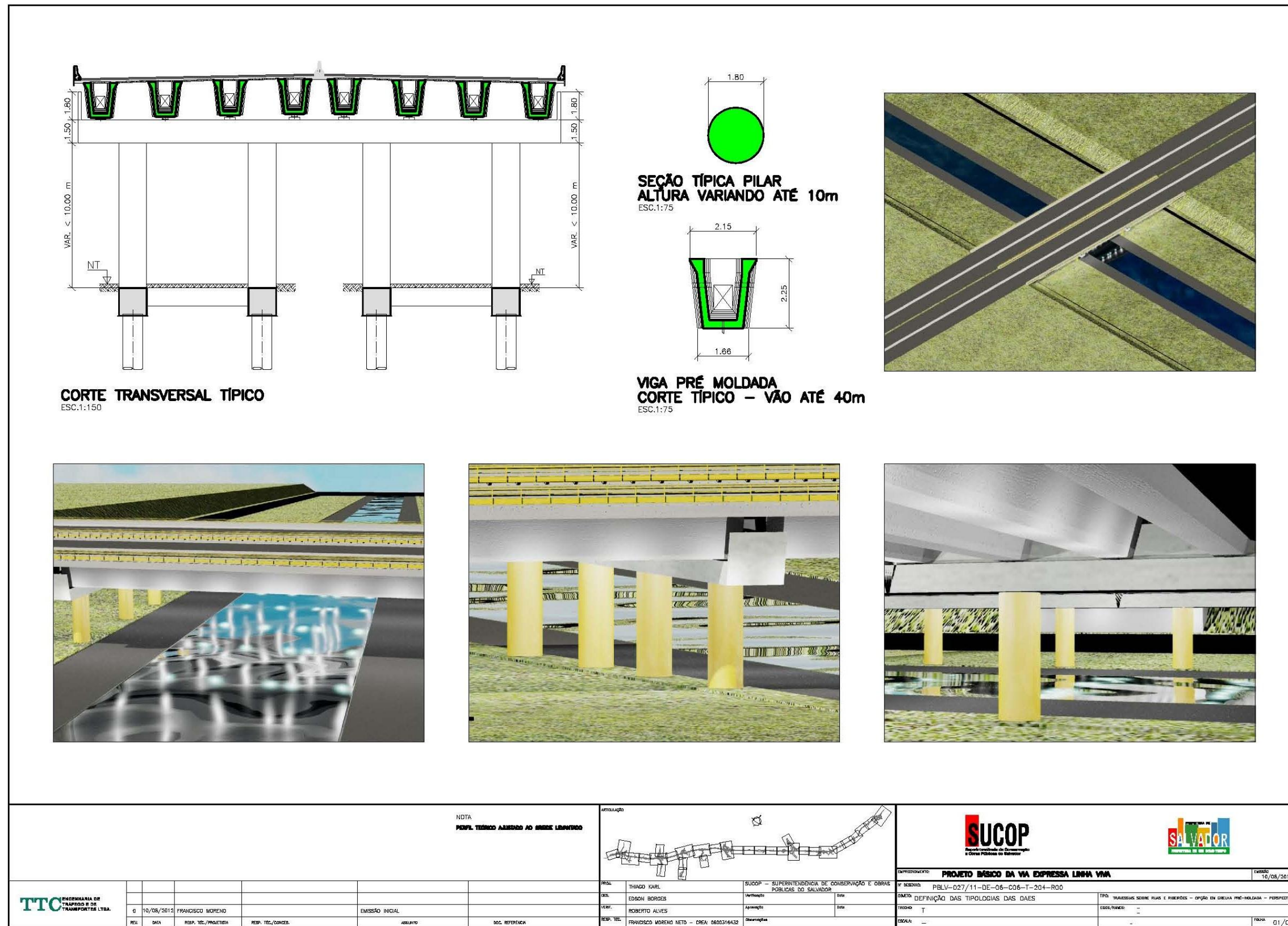


Figura 2.4 - TRAVESSIAS EM VIAS DE PISTA DUPLA SOBRE AVENIDAS E RIACHOS - Opção em Grelha Pré-Moldada - Perspectivas

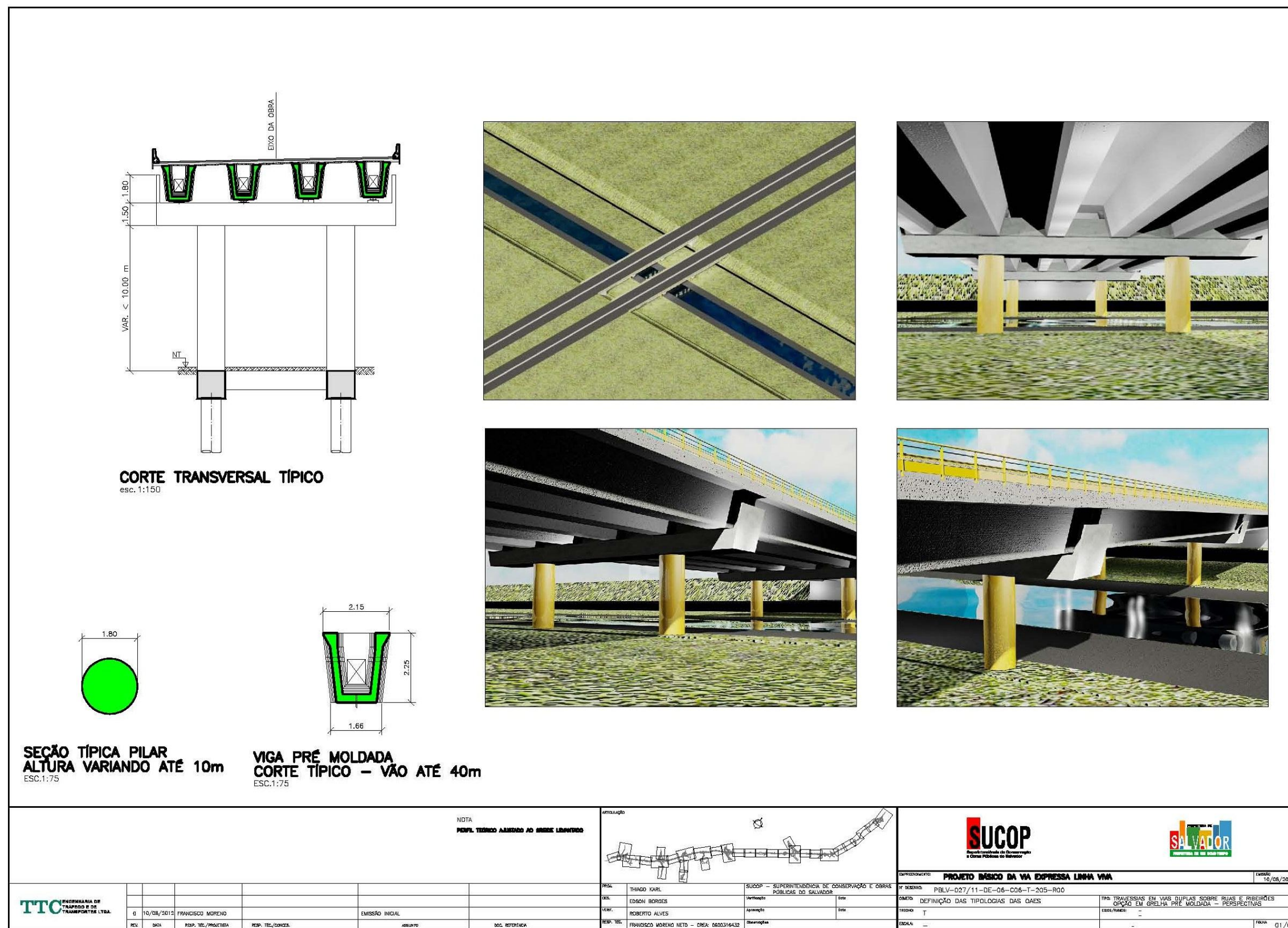


Figura 2.5 - TRAVESSIA SOBRE VALE PROFUNDO - Opção em Grelha Pré-Moldada - Perspectivas

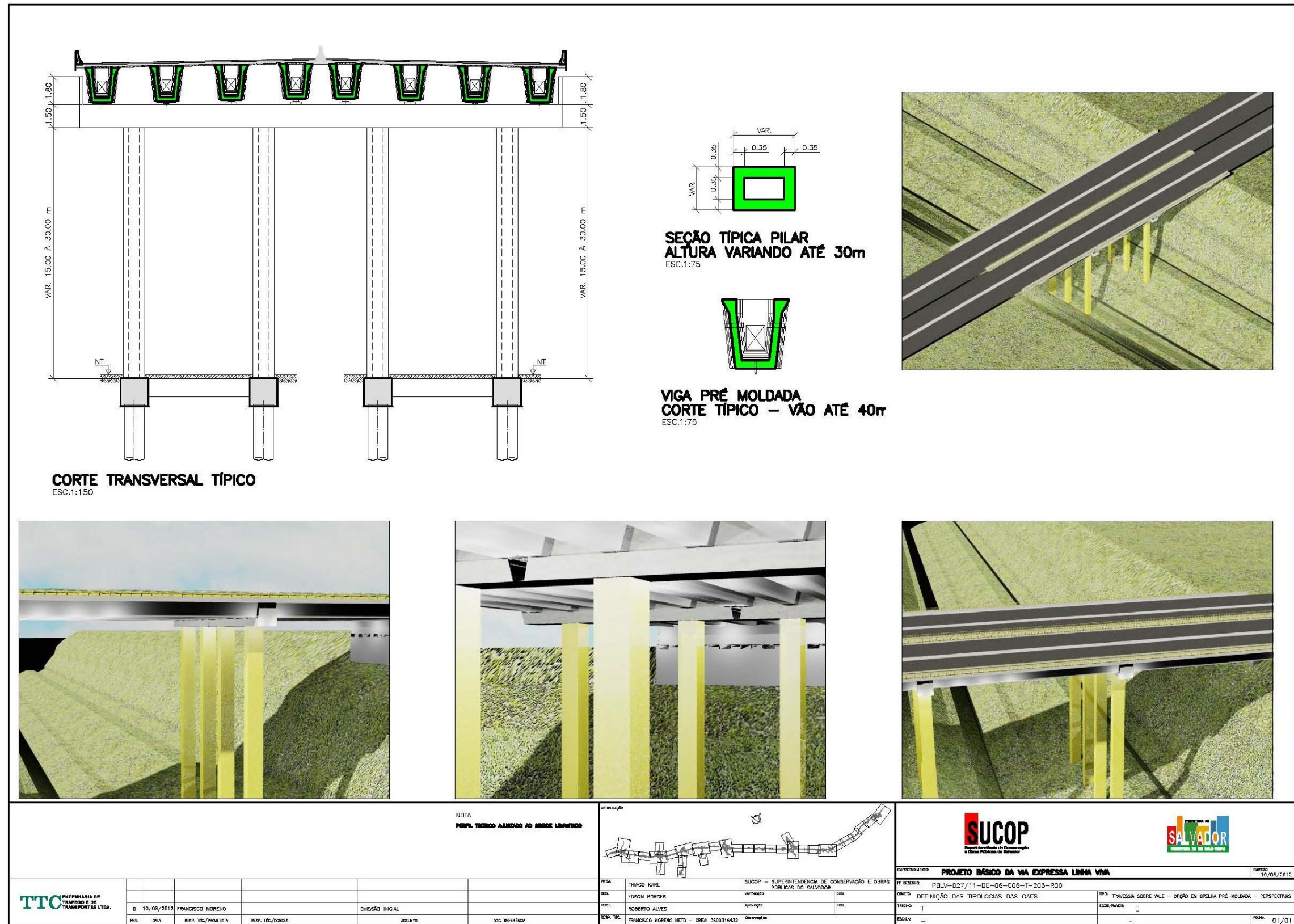


Figura 2.6 - TRAVESSIA SOBRE VALE EM VIA COM PISTA DUPLA - Opção em Grelha Pré-Moldada - Perspectivas

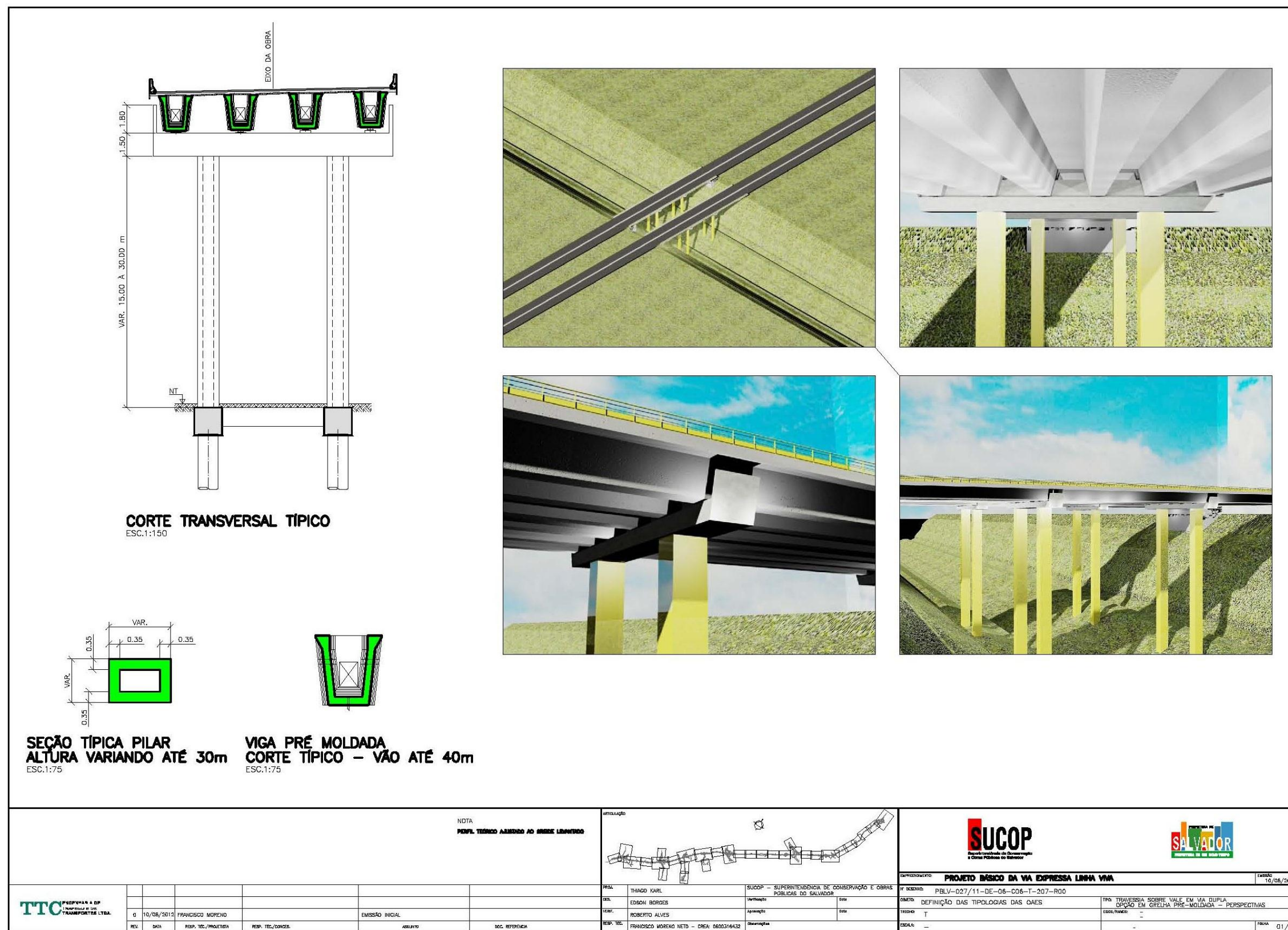


Figura 2.7 - TRAVESSIA SOBRE VALE PROFUNDO - Opção em Balanços Sucessivos - Perspectivas

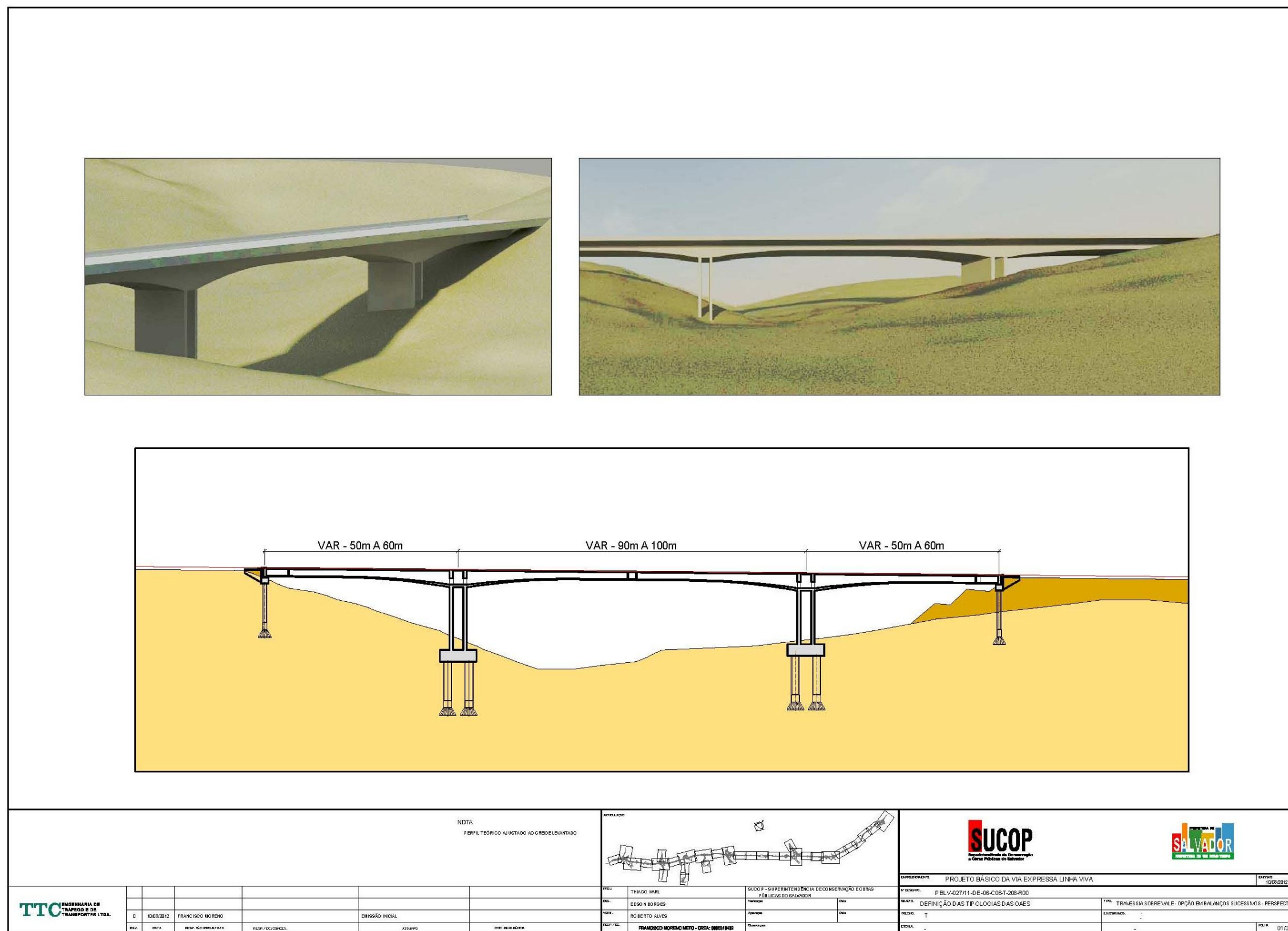
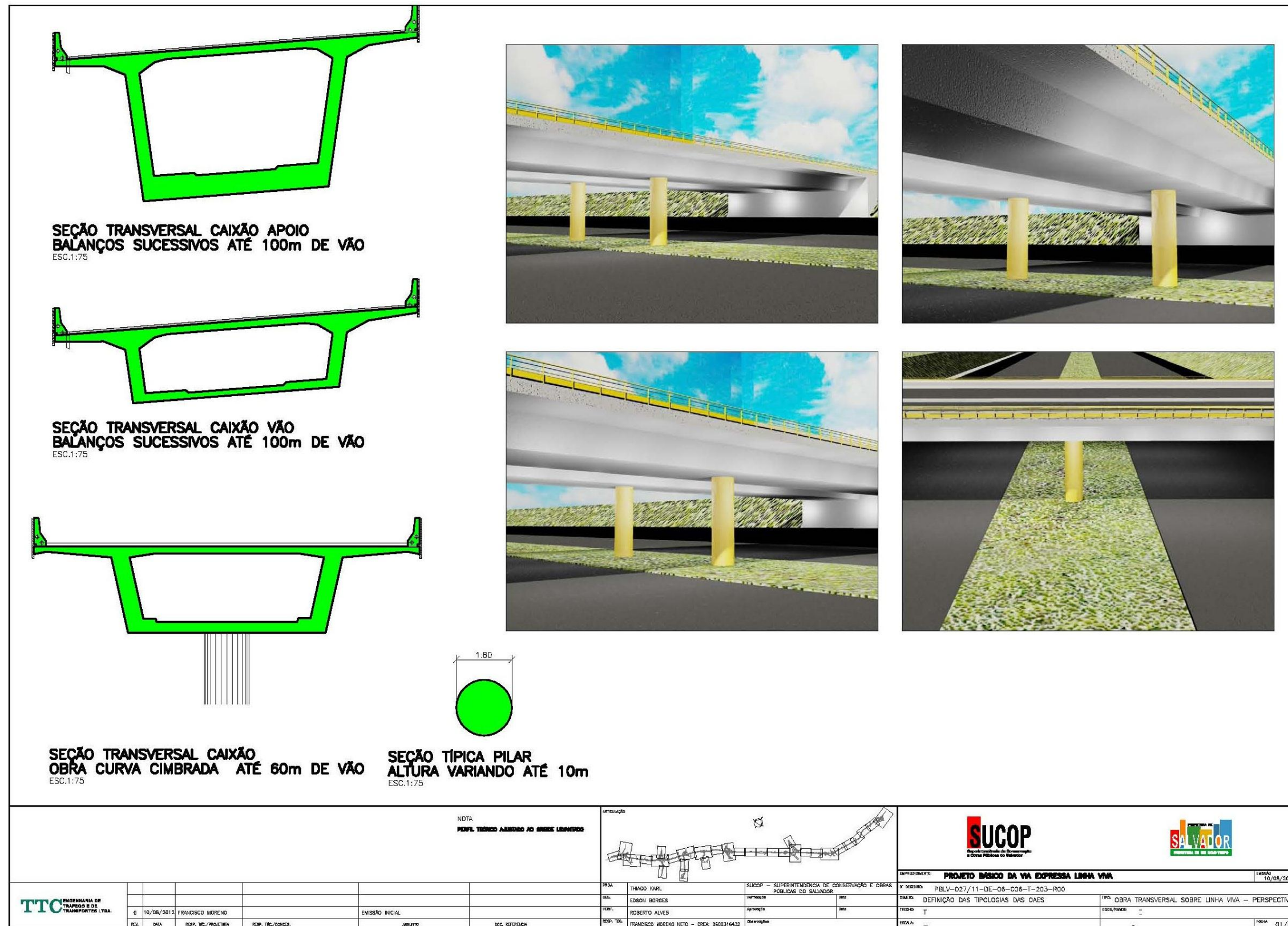


Figura 2.8 - VIADUTO TRANSVERSAL sobre LINHA VIVA - Perspectivas



2.2. CONCEPÇÃO DAS “PASSAGENS INFERIORES”

2.2.1. Princípios Construtivos

O primeiro passo para a elaboração do projeto de passagens inferiores foi a conceituação geotécnica do maciço através dos estudos geológicos, que compreenderam:

- Pesquisa bibliográfica e mapeamento geológico-geotécnico da área de implantação;
- Elaboração de modelo geológico, com grande ênfase na compreensão estrutural e geomorfológica do terreno;
- Elaboração do plano de investigação do maciço, por meio de sondagens mecânicas e/ou geofísicas;
- Caracterização geológica/geotécnica das amostras das sondagens e elaboração da classificação geomecânica do maciço;
- Elaboração do modelo geomecânico e setorização do maciço.

No caso de túneis do sistema viário da LINHA VIVA, as coberturas não são muito elevadas e em princípio o projeto foi desenvolvido considerando a metodologia construtiva desenvolvida inicialmente por Rabcewicz na Áustria (NATM) e que vem sendo utilizada com muito sucesso nos túneis brasileiros, tanto rodoviários como ferroviários e metroviários.

O princípio básico do NATM é fazer com que o terreno, em vez de atuar somente como carga sobre o revestimento do túnel, ele próprio atue como um elemento colaborante da resistência da estrutura. Para se conseguir isso a superfície escavada deve ser imediatamente revestida com material relativamente flexível, que permita a sua deformação e consequentemente a distribuição das tensões ao longo do seu perímetro. Esse revestimento flexível é o concreto projetado, associado a cambotas de aço, ou malhas de aço, ou chumbadores e tirantes, ou fibras de aço ou a combinação de dois ou mais deles.

Logo que se processa a escavação, o terreno começa a se movimentar e o revestimento flexível deve ser aplicado antes que haja demasiado deslocamento da superfície exposta ou queda de blocos - “desplacamentos”. É necessário, portanto, que o solo tenha um certo tempo mínimo de auto-sustentação. Quando o tempo de auto-sustentação é insuficiente para permitir a execução dos trabalhos de suporte, o terreno deve ser previamente tratado para prolongar esse tempo.

O maciço circundante ao túnel, que inicialmente atua como elemento de carregamento, deve passar a constituir um elemento de escoramento por sofrer um deslocamento mínimo, comedido, que promove a mobilização de sua resistência interna. É o princípio da estabilização pelo alívio de tensões, com deformações mínimas, controladas, inferiores às que levam à ruptura.

Conservar a qualidade do maciço tanto quanto possível, com cuidados durante a escavação (seja ela manual, mecanizada ou a fogo) e aplicação imediata do suporte (concreto projetado com cambotas, telas, tirantes, conforme necessário), evitando o início de um processo de deterioração do maciço, quando as deformações ultrapassam o limite que causa rupturas.

A acomodação interna das camadas no interior do maciço, devido ao não preenchimento dos vazios entre o suporte e o terreno, ou as deformações excessivas de um suporte por demais flexível, ou pela demora na colocação do escoramento, deve ser evitada. A acomodação faz com que o maciço perca sua capacidade de auto-suporte e passe a constituir um peso total, solto, sobre o suporte.

Evitando-se deformações excessivas no maciço, a capacidade de auto-suporte não é perdida. Há, então, a mobilização de uma “capa de proteção”, próxima à superfície escavada, que se torna um elemento de escoramento.

A parcialização adequada da frente de escavação é função do comportamento do maciço, que se traduz no tempo de auto-sustentação e deformabilidade do material. Quanto maior o número de etapas (menor área unitária de escavação) maior será o tempo de auto-suporte da abertura não escorada e menores os recalques. Os fatores que influem na parcialização são o equipamento existente no mercado, os prazos de execução e os custos. As soluções ideais são as que permitem avanços rápidos e com possibilidade de economia do suporte.

A decisão construtiva quanto às parcializações terá que ser cuidadosa: em alguns terrenos, e condições, cada etapa prejudica o terreno um pouco, tornando a seguinte um pouco menos competente.

Este é o conceito que apresenta a maior dificuldade na aplicação do NATM, dependendo muito da experiência da equipe executora da obra para a avaliação da deformabilidade do próprio suporte e o momento de sua aplicação. A aplicação de suportes pouco deformáveis e muito cedo, exige que suas capacidades sejam superiores àquelas realmente necessárias no caso ótimo, devido ao fato de se trabalhar com níveis de tensão mais elevados, quando o maciço suportaria ainda um certo alívio.

Alguns fatores que influem no comportamento da interação solo-estrutura, ou na convergência do maciço, são: deformabilidade do maciço e do suporte; tamanho da abertura; defasagem entre a escavação e aplicação do suporte; espessura do suporte; método de escavação; etc.

2.2.2. Túneis – Seção Tipo

Para a execução de um túnel é necessário dividir a sua seção em subseções menores a fim de minimizar os esforços atuantes e consequentemente os riscos. Os critérios que vão definir a melhor parcialização levam em conta:

- Dimensões da seção;
- Características geomecânicas do maciço;
- Alcance dos equipamentos existentes no mercado;
- Espessura da camada de cobertura sobre o túnel;
- Prazo de execução da obra; e
- Custos.

Túneis de pequena seção em maciço de boa capacidade de auto-sustentação podem e devem ser escavados a seção plena, que é a condição ideal. Em túneis maiores é usual a parcialização em duas etapas: calota e rebaixo.

Túneis de grande seção, como em rodovias e vias expressas, caso da LINHA VIVA, de 3 a 4 faixas de tráfego, exigem parcializações em grande número, que podem chegar a seis etapas.

O avanço e a parcialização se dão em função do comportamento do maciço, que se traduz no tempo de autosustentação e deformabilidade do maciço.

A escavação deve ser feita em parcializações da seção de acordo com o tipo de maciço e equipamentos disponíveis e prazos de execução da obra, além de considerar os custos. Em geral, procura-se uma solução que resulte na maior velocidade de execução, porém sempre visando à segurança adequada durante a fase de escavação.

O conhecimento dos níveis d'água no interior do maciço é de fundamental importância, pois a sua presença vai afetar sobremaneira o comportamento do terreno durante a escavação, além de perturbar a execução dos trabalhos. A água encontrada acima do piso do túnel, em primeira instância, agrava muito a instabilização durante a fase construtiva, e vai exercer pressões que vão induzir cargas adicionais sobre a estrutura, o que vai exigir medidas de contenção muito maiores do que seriam necessárias no caso de ausência de água.

Durante a execução do túnel é recomendável a execução de investigações complementares, destinadas a antecipar as condições de avanço em complementação à instrumentação.

Um a três furos deverão ser executados a partir da frente de escavação para uso de aparelho com obturador de bexiga para registro de pressões-vazões. Esses furos servem também para drenagem, extremamente importantes em rochas, onde os fluxos são muito erráticos.

O conhecimento do terreno se traduz num modelo geomecânico com a setorização do maciço, isto é, a divisão do túnel ao longo do seu comprimento em trechos nos quais se prevê comportamento homogêneo na fase de escavação. A parcialização da seção transversal é definida para cada um desses trechos. Por exemplo, num determinado trecho pode-se ter calota e rebaixo e no trecho seguinte a parcialização da própria calota em piloto e posterior alargamento, devido à mudança do tipo de material do maciço.

Uma vez definidos os setores geomecânicos e as respectivas parcializações da seção transversal, elabora-se o projeto do método construtivo, que compreende:

- Extensão do avanço dos ciclos de escavação;
- Número máximo de ciclos de avanço permitido para fechamento do arco invertido;
- Necessidade de núcleo protetor da face de escavação;
- Tipos de escoramentos associados ao concreto projetado, tais como cambotas de perfil de aço ou treliçadas, telas metálicas e tirantes;
- Sistemas de estabilização adicional do maciço a partir da frente de escavação, tais como drenagem, injeções, enfilagens, “jet-grouting”, agulhagem.

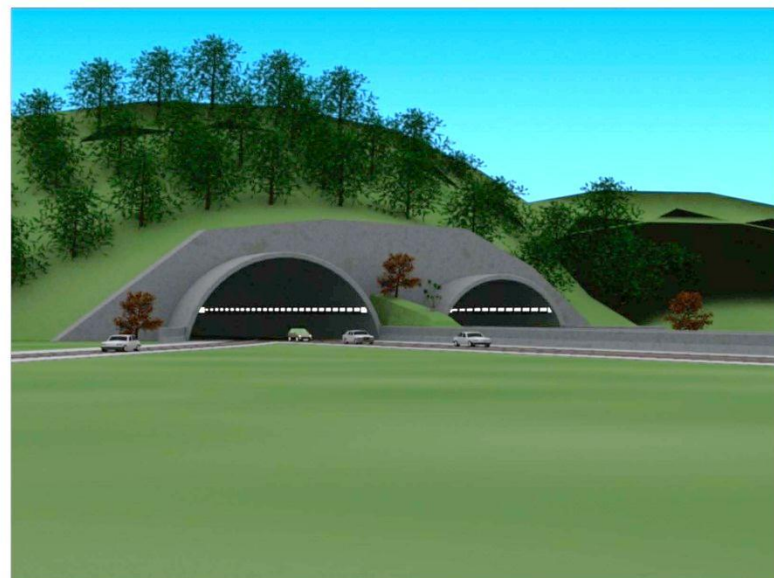
Por mais detalhado que tenha sido o projeto do método construtivo, é somente na fase de execução que se tem o projeto final, mediante ajustes definidos pelo mapeamento geológico-geotécnico detalhado das frentes de escavação, tendo como base o modelo geomecânico elaborado anteriormente.

Durante a escavação é comum surgirem situações não detectadas nos trabalhos anteriores de investigação, que exigirão um tratamento adequado, ou até mesmo reformulação de critérios de classificação e de projeto.

Nesta fase o mapeamento criterioso e o acompanhamento do avanço das escavações assumem importância fundamental, pois permitirão verificar:

- Validade dos parâmetros utilizados para definições de projeto; ou
- Inadequabilidade dos critérios utilizados, sendo necessária a reformulação e revisão do projeto.

Figura 2.9 - TÚNEL – Perspectivas (PRANCHA – 01/02)



PERSPECTIVA – 1
esc. SEM ESC.



PERSPECTIVA – 2
esc. SEM ESC.



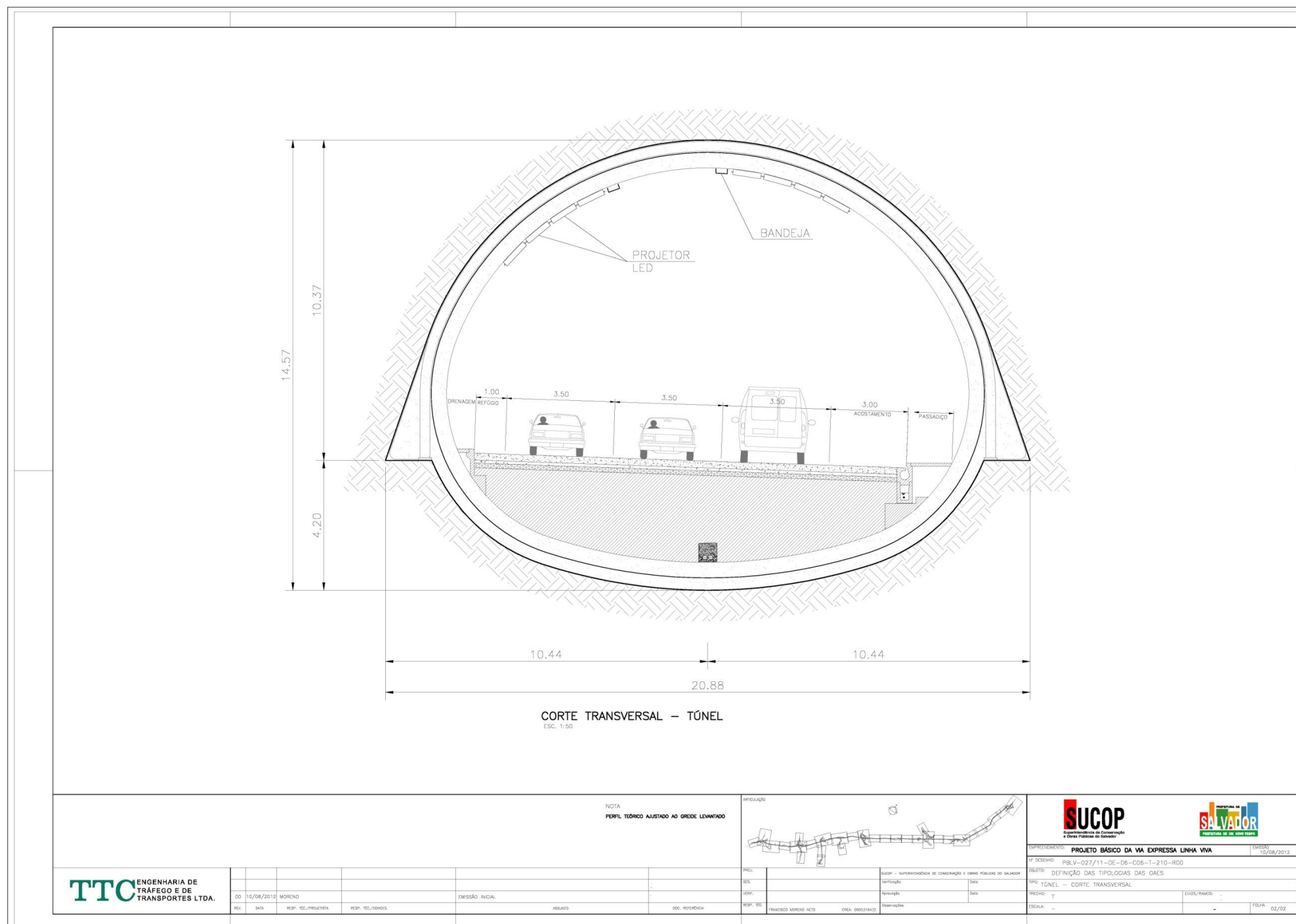
PERSPECTIVA – 3
esc. SEM ESC.



PERSPECTIVA - 4
esc.SEM ESC.

 ENGENHARIA DE TRÁFEGO E DE TRANSPORTES LTDA.	<p>NOTA</p> <p>PERFIL TÉCNICO AJUSTADO AO GREIDE LEVANTADO</p>						 	
	<p>00 10/08/2012 MORENO</p> <p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p> <p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>				<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p> <p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>		<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p> <p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>	

Figura 2.10 - TÚNEL – Corte Transversal (PRANCHA – 02/02)



2.2.3. Túneis - Emboques

Prevê-se que os túneis na LINHA VIVA sejam inseridos em maciço terroso com baixa cobertura, sendo necessário a execução de uma terraplenagem, tanto no emboque como no desemboque dos mesmos.

A escavação do emboque em solo será feita através da aplicação da tecnologia de solo grampeado no talude frontal para emboque do túnel em solo. A escavação do talude do emboque será feita de acordo com a geometria proposta em projeto com a escavação das linhas de chumbadores em etapas com colocação de tela e revestimento de concreto projetado de forma descendente, à medida que a escavação vai sendo rebaixada. Os taludes laterais do emboque terão seus taludes com inclinações tais que sejam estáveis sem a necessidade de medidas de estabilização.

A seguir são apresentadas figuras esquemáticas com soluções que poderão ser empregadas nos túneis da LINHA VIVA.

O emboque do túnel será feito na própria superfície tratada. Como a cobertura será pequena e devido à dificuldade executiva e segurança quanto à estabilidade da cobertura do emboque, previu-se o projeto de um “túnel falso” o qual seria uma projeção do camboteamento e revestimento para a parte externa do talude conforme mostra a Figura 2.11.

Figura 2.11 – Desenho da pregagem do túnel e dos grampos com o revestimento de concreto projetado com tela metálica

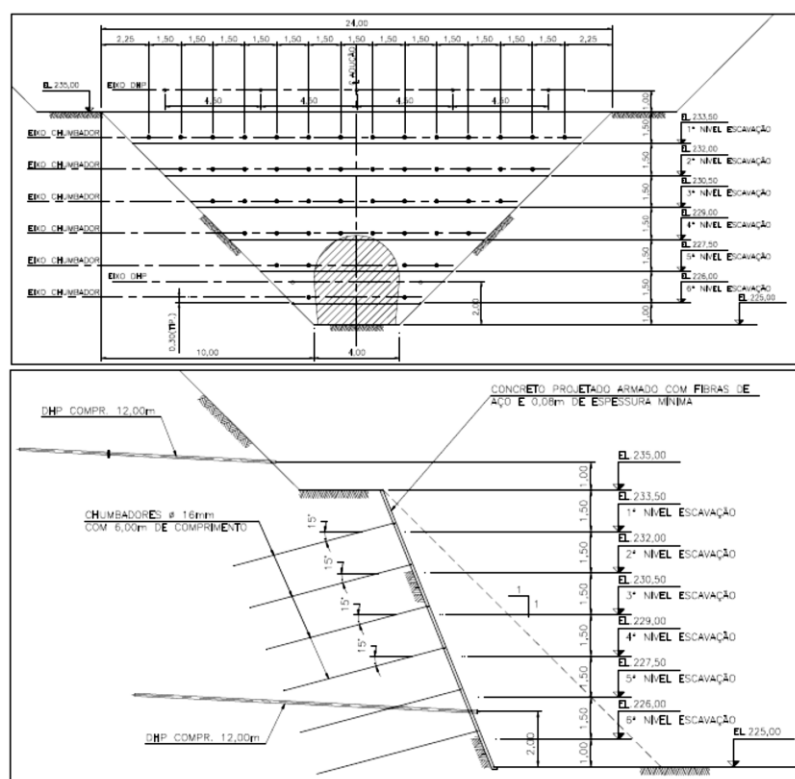


Figura 2.12 – Desenhos esquemáticos das cambotas e o “túnel falso”

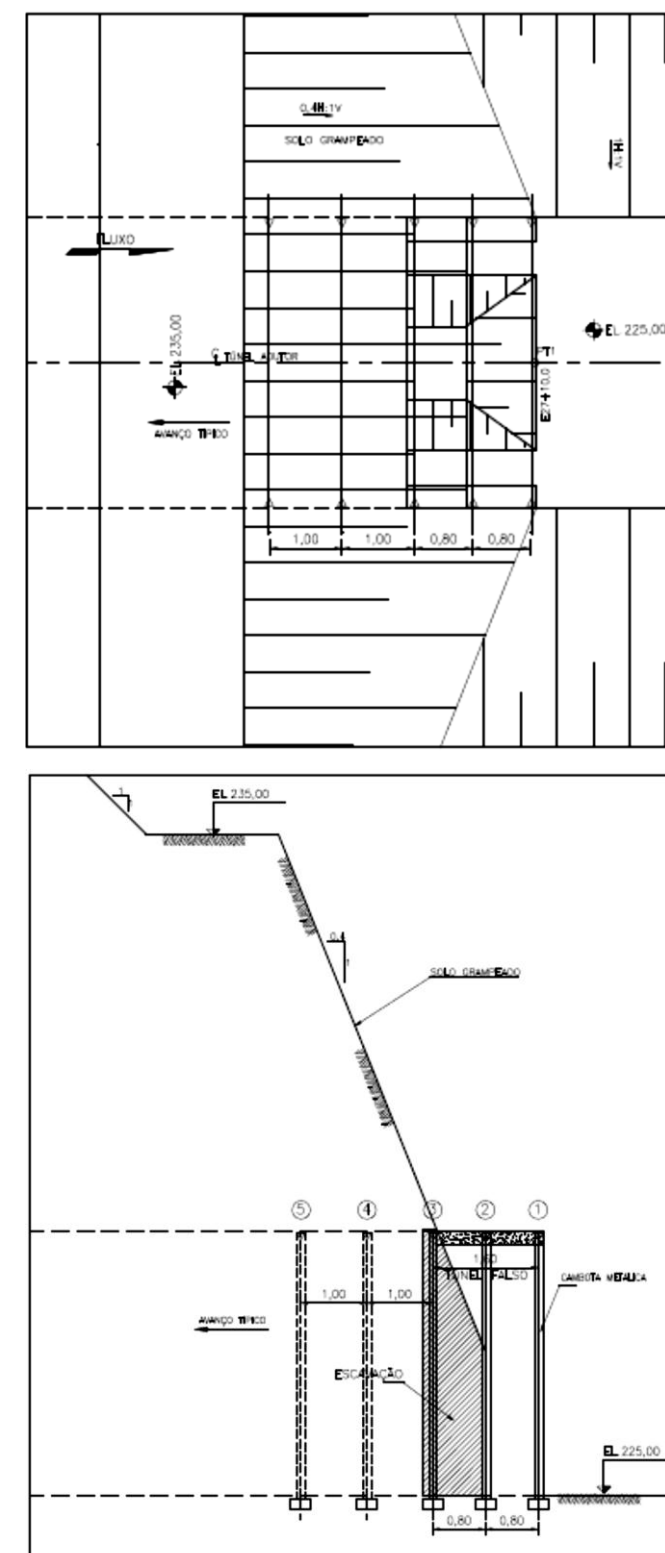
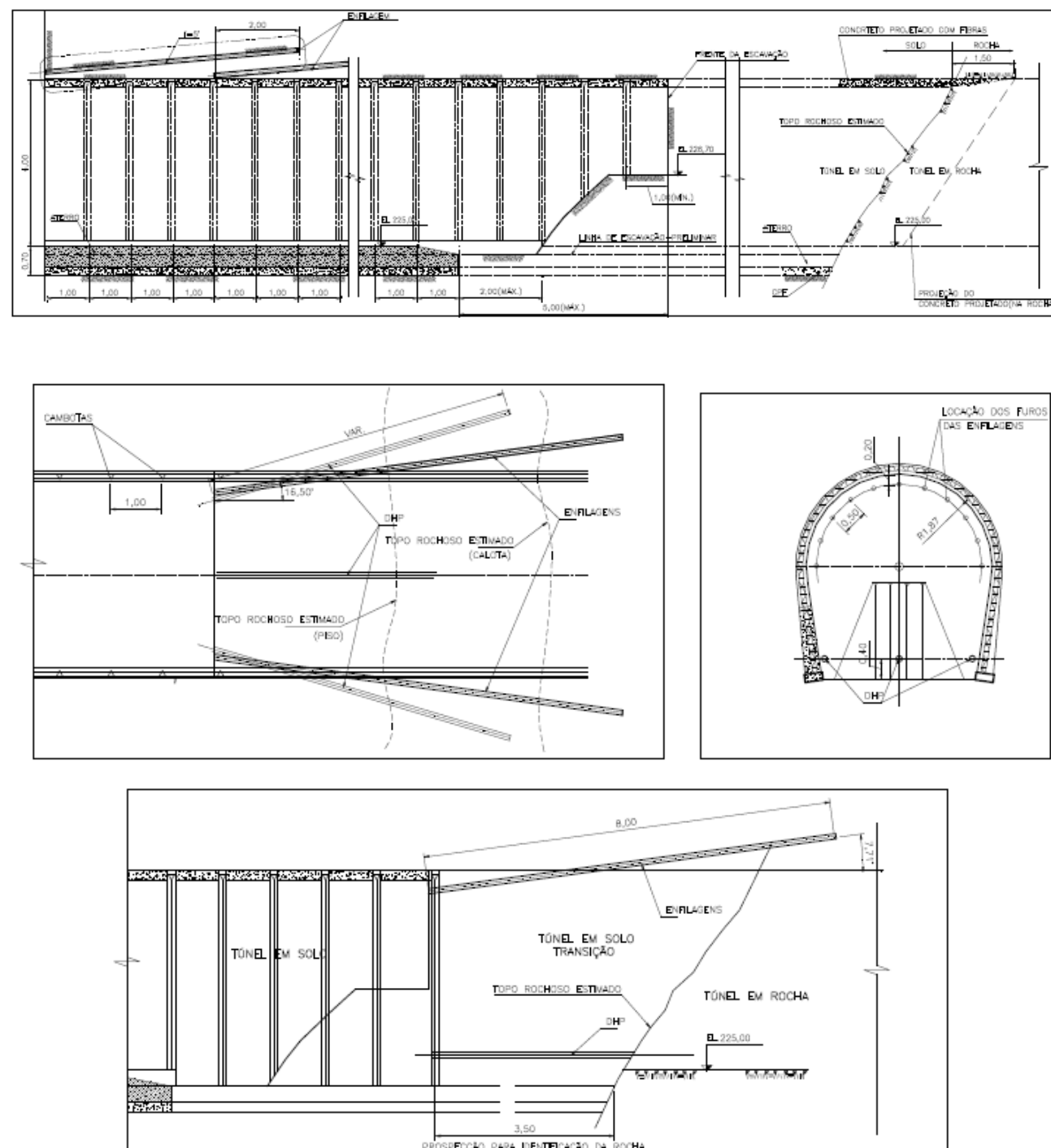


Figura 2.13 – Desenho esquemático do avanço da escavação com enfilagem das cambotas e concreto projetado



2.2.4. Trincheira

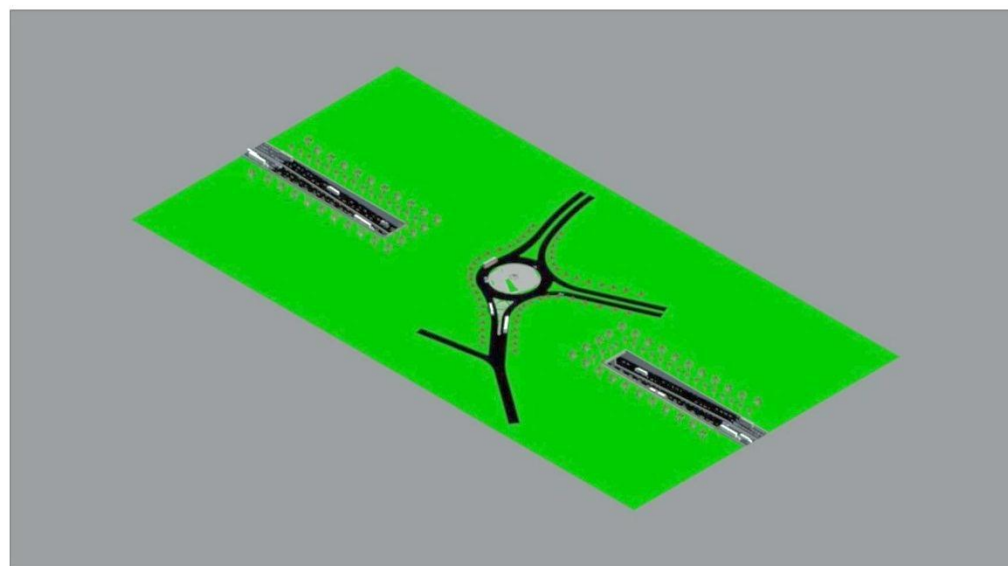
A implantação das estruturas permanentes das passagens inferiores - tipo trincheiras - serão feitas através da execução inicial de uma contenção provisória com paredes diafragma moldadas "in loco", estroncadas ou atirantadas nas regiões mais profundas, conforme metodologia construtiva descrita a seguir:

- Locação das paredes diafragma;
- Execução das paredes guia;
- Execução das lamelas das paredes diafragma;
- Execução das vigas de borda;
- Escavação até o primeiro nível de tirantes ou estroncas;
- Prosseguimento da escavação até o final da cota de escavação;
- Regularização do fundo e execução do lastro;
- Armação da laje de fundo e concretagem da laje;
- Armação das paredes laterais da galeria, com a colocação da forma;
- Concretagem até o início da laje de cobertura;
- Execução do cimbramento para colocação da forma para a laje de teto (cobertura);
- Execução da laje de cobertura;
- Reaterro com material selecionado;
- Execução do pavimento e instalações complementares (peitoris, guarda rodas, iluminação, etc.).

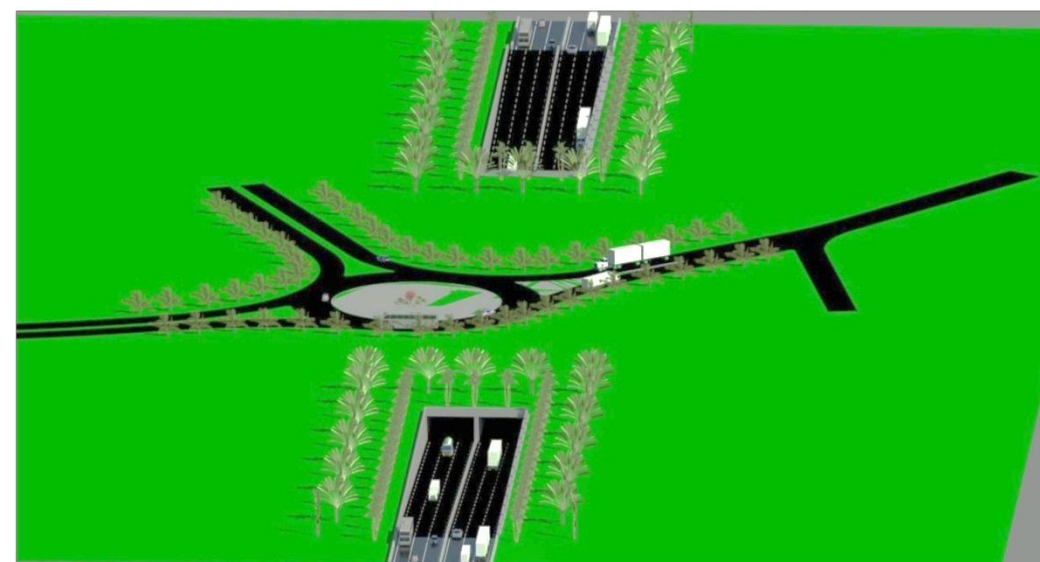
Nos trechos de transição até chegar ao trecho da galeria enterrada, deverá haver, logo no início da estrutura, trechos com estruturas em forma de U até atingir o gabarito necessário e, posteriormente, um trecho com pergolado até atingir o trecho enterrado (Figura 2.14 a Figura 2.16).

Caso ocorra lençol freático a pequena profundidade deverá ser previsto um sistema de esgotamento com bombas de superfície ou outros sistemas de rebaixamento, como ponteiros e, caso necessário, a utilização de sistemas com bombas injetoras, no caso da presença do lençol freático estar muito acima do fundo de escavação.

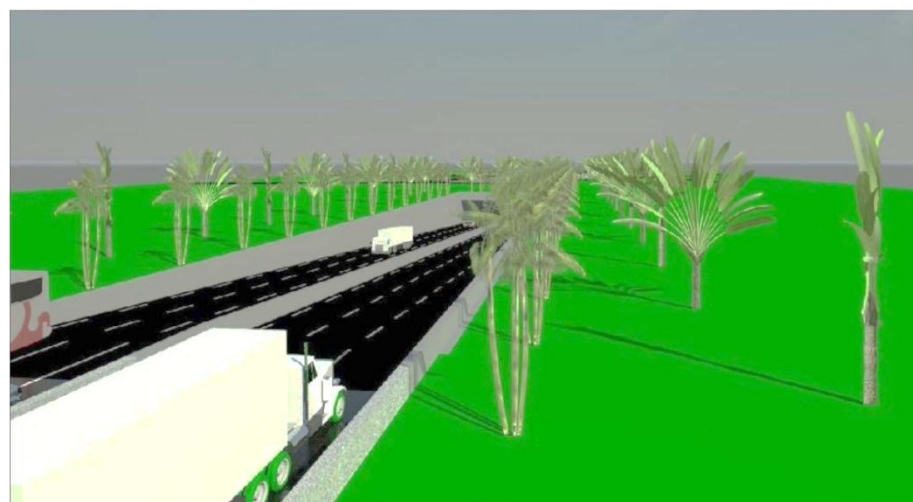
Figura 2.14 - TRINCHEIRA – Perspectivas (PRANCHA 01/03)



PERSPECTIVA – 1
esc. 1:1000



PERSPECTIVA – 2
esc. 1:1000



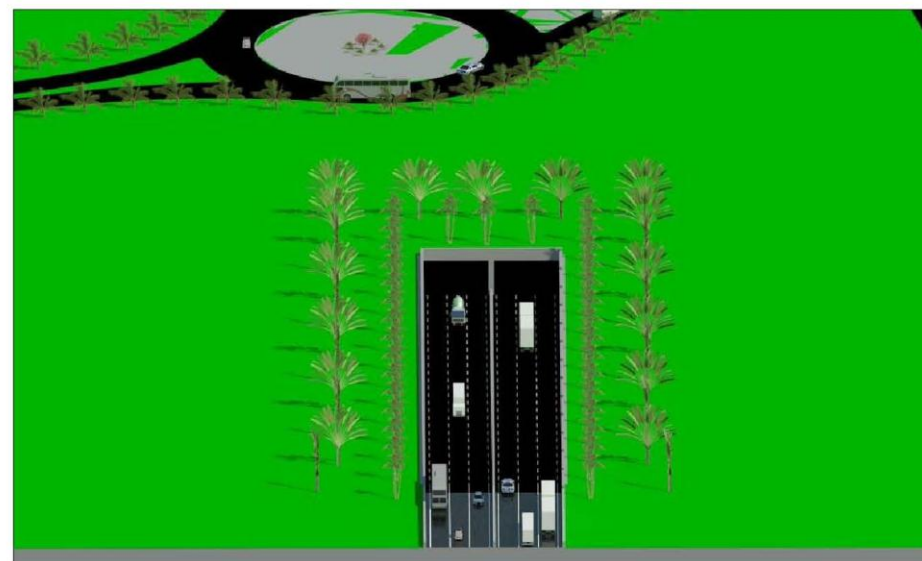
PERSPECTIVA – 3
esc. 1:1000



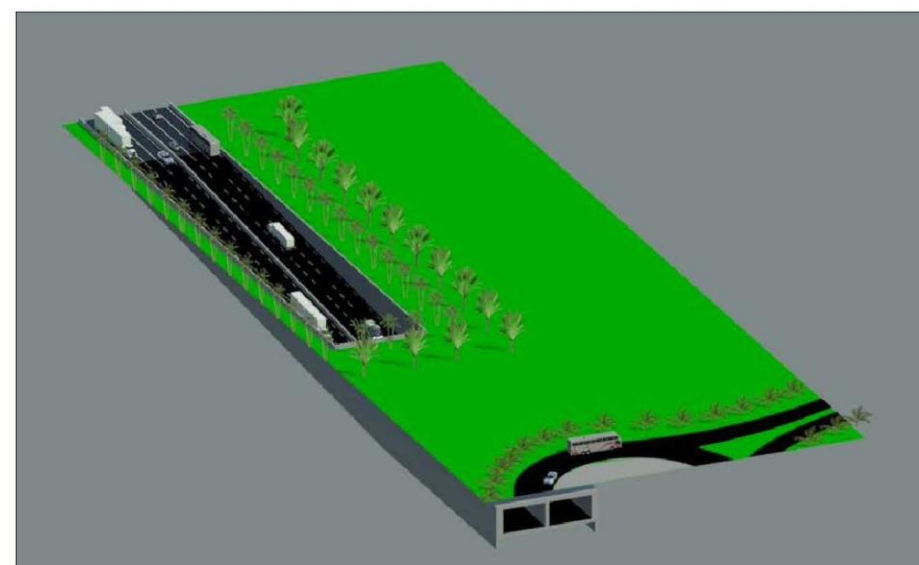
PERSPECTIVA – 4
esc. 1:1000

<p>NOTA PERFIL TEÓRICO AJUSTADO AO GRIDE LANTADO</p>		<p>ARTICULAÇÃO</p>		<p>SUCOP Superintendência de Conservação e Obras Públicas do Salvador</p>		<p>SALVADOR PREFEITURA DE UM NOVO TEMPO</p>	
<p>PROJ. – SUPERINTENDÊNCIA DE CONSERVAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DO SALVADOR</p>		<p>PROJ. – SUPERINTENDÊNCIA DE CONSERVAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DO SALVADOR</p>		<p>PROJ. – SUPERINTENDÊNCIA DE CONSERVAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DO SALVADOR</p>		<p>PROJ. – SUPERINTENDÊNCIA DE CONSERVAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS DO SALVADOR</p>	
<p>VERIFICAÇÃO</p>		<p>VERIFICAÇÃO</p>		<p>VERIFICAÇÃO</p>		<p>VERIFICAÇÃO</p>	
<p>DATA</p>		<p>DATA</p>		<p>DATA</p>		<p>DATA</p>	
<p>RESP. TCC</p>		<p>RESP. TCC</p>		<p>RESP. TCC</p>		<p>RESP. TCC</p>	
<p>FRANCISCO MORENO NETO</p>		<p>FRANCISCO MORENO NETO</p>		<p>FRANCISCO MORENO NETO</p>		<p>FRANCISCO MORENO NETO</p>	
<p>ORÇ. 5600316433</p>		<p>ORÇ. 5600316433</p>		<p>ORÇ. 5600316433</p>		<p>ORÇ. 5600316433</p>	
<p>CLASSIFICAÇÃO</p>		<p>CLASSIFICAÇÃO</p>		<p>CLASSIFICAÇÃO</p>		<p>CLASSIFICAÇÃO</p>	
<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>		<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>		<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>		<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>	
<p>Nº DESENHO: PBLV-027/11-DE-06-C06-T-211-R00</p>		<p>Nº DESENHO: PBLV-027/11-DE-06-C06-T-211-R00</p>		<p>Nº DESENHO: PBLV-027/11-DE-06-C06-T-211-R00</p>		<p>Nº DESENHO: PBLV-027/11-DE-06-C06-T-211-R00</p>	
<p>OBJETO: DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS OAES</p>		<p>OBJETO: DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS OAES</p>		<p>OBJETO: DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS OAES</p>		<p>OBJETO: DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS OAES</p>	
<p>TPO: TRINCHEIRA – PERSPECTIVAS</p>		<p>TPO: TRINCHEIRA – PERSPECTIVAS</p>		<p>TPO: TRINCHEIRA – PERSPECTIVAS</p>		<p>TPO: TRINCHEIRA – PERSPECTIVAS</p>	
<p>TRECHO: T</p>		<p>TRECHO: T</p>		<p>TRECHO: T</p>		<p>TRECHO: T</p>	
<p>ESCALA: 1:1000</p>		<p>ESCALA: 1:1000</p>		<p>ESCALA: 1:1000</p>		<p>ESCALA: 1:1000</p>	
<p>EXIB./RAMOS: 1</p>		<p>EXIB./RAMOS: 1</p>		<p>EXIB./RAMOS: 1</p>		<p>EXIB./RAMOS: 1</p>	
<p>FOLHA: 01/03</p>		<p>FOLHA: 01/03</p>		<p>FOLHA: 01/03</p>		<p>FOLHA: 01/03</p>	

Figura 2.15 - TRINCHEIRA – Perspectivas (PRANCHA 02/03)



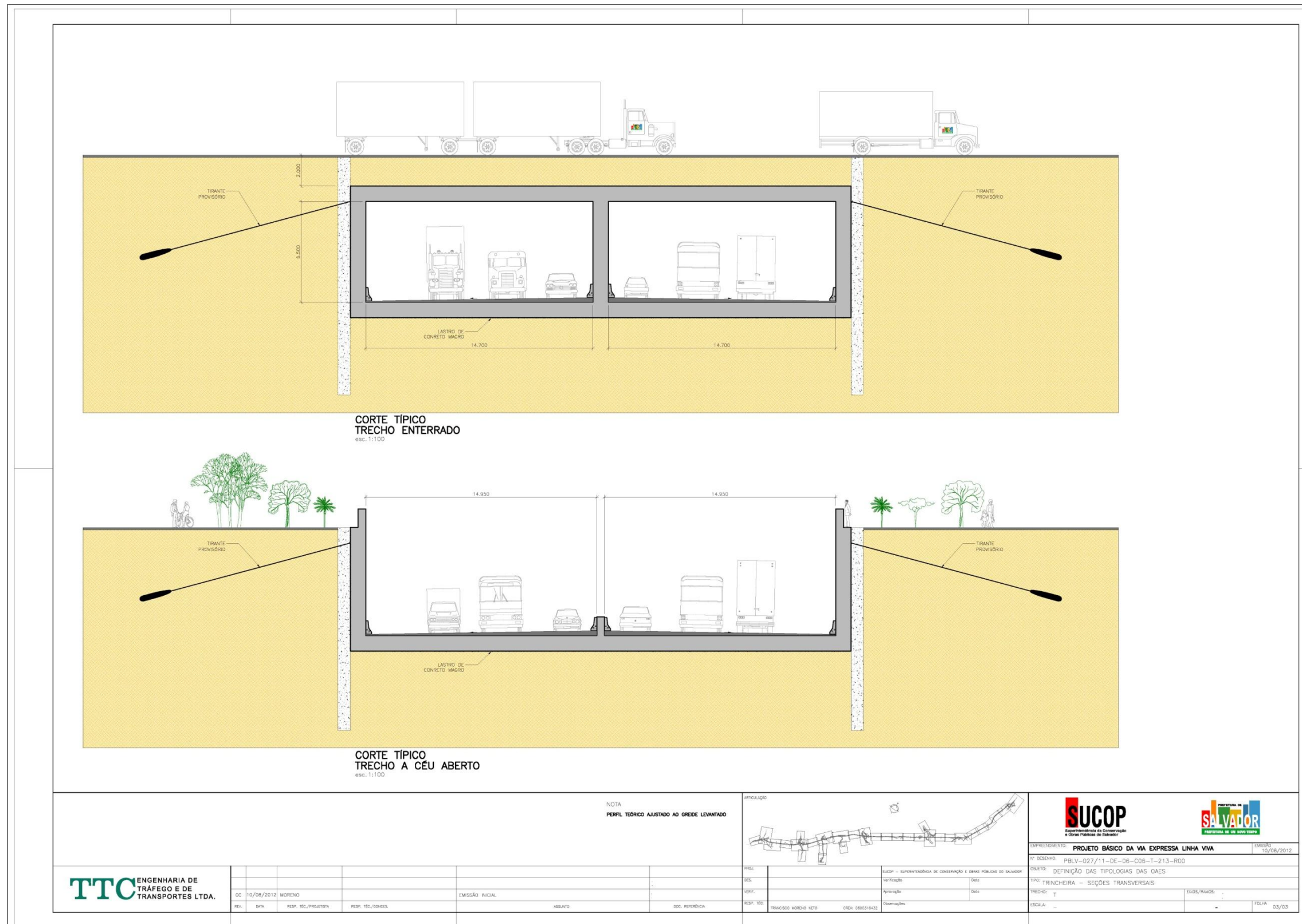
PERSPECTIVA – 1
esc. 1:1000



PERSPECTIVA E CORTE
esc. 1:1000

<p>NOTA PERFIL TEÓRICO AJUSTADO AO GREIDE LEVANTADO</p>				<p>ABOLIÇÃO</p>				<p>SUCOP Superintendência de Conservação e Obras Públicas do Salvador</p>			
<p>TTC ENGENHARIA DE TRÁFEGO E DE TRANSPORTES LTDA.</p>				<p>PROJETO BÁSICO DA VIA EXPRESSA LINHA VIVA</p>				<p>EMPREENHAMENTO</p>			
<p>OD 10/08/2012 MORENO</p>				<p>VER. 1</p>				<p>Nº ORÇAMENTO PBLV-027/11-DE-06-C06-T-212-R00</p>			
<p>REV. DATA RESP. TEC./PROJETA RESP. TEC./COORD.</p>				<p>VER. 2</p>				<p>OBJETO DEFINIÇÃO DAS TIPOLOGIAS DAS OMS</p>			
<p>EMISSÃO INICIAL</p>				<p>VER. 3</p>				<p>TÍTULO TRINCHEIRA – PERSPECTIVAS</p>			
<p>ABOLITO</p>				<p>RESP. TEC. FINANCEIRO MORENO NETO CREA 050518432</p>				<p>TRECHO T</p>			
<p>DOC. REFERÊNCIA</p>				<p>Observações</p>				<p>ESCALA: -</p>			
<p>2012</p>				<p>02/03</p>				<p>10/08/2012</p>			

Figura 2.16 – TRINCHEIRA HOSPITAL GERAL – Corte Típicos (PRANCHA 03/03)



ANEXO: Esquema Geral de Circulação de Tráfego e DVD (para reprodução do relatório)